113
355
71
223

Ma. 1172
metius

Rud:us van keulen

Math. 1172

# EL
# INGENIERO:
*PRIMERA PARTE,*
DE LA
# MODERNA
# ARCHITECTURA
# MILITAR.



# EL INGENIERO:

## PRIMERA PARTE, DE LA MODERNA ARCHITECTURA MILITAR.

Dividido en dos Tomos, que contienen cinco Libros; que el Primero trata de la Fortificacion Regular, y Irregular, y del parecer de los principales Autores que de ella escrivieron. El Segundo, de la Especulacion de cada una de sus Partes. El Tercero de la Fabrica de las Murallas, y sus Materiales. El Quarto del Sitio, y Defensa de una Plaça. Y el Quinto, que es el Segundo Tomo, de la Geometria Practica, Trigonometria, y uso de la Regla de Proporcion. Carmelo Gandensi

*Dirigido al Excelentissimo Señor Marques de Gastañaga, Cavallero del Orden de Alcantara, Governador y Capitan General de los Paystes Baxos, &c.*

Por el Capitan Don Sebastian Fernandez de Medrano, Maestro de Mathematica de la Academia Militar de los Estados de Flandes.

Procuravit *** F. Anastasius

EN BRUSSELAS, A S. Margaret
En casa de Lamberto Marchant, Mercader de Libros, al Buen Pastor.

M. DC. LXXXVII.



# AL EXCELENTISSIMO SEÑOR MARQUES DE GASTAÑAGA, CAVALLERO DEL ORDEN MILITAR DE ALCANTARA,

*Governador y Capitan General de los Paysses Baxos, &c.*

EXCELENTISSIMO SEÑOR,

Mucho aventura, EXCELENTISSIMO SEÑOR, el que se muda estando bien, cosa que tantos han experimentado (hasta Republicas enteras)

ras ) yo una vez elegi à V. E. por mi Mecenas y Protector de esta Academia, pero muchas he celebrado mi buena Eleccion, en que me he hallado, y hallo tan gustoso que no intentarè jamas arriesgar tan alto favor; testificanlo mis pobres Obras, en que despues de la del practico Artillero, y Geographia, solicita esta tercera buscar el mesmo sagrado que las otras, segura de que hallarà en la benignidad de V. E. la acoxida que los Escritos de Flavio Josepho en el Emperador Tito; y no el desprecio que hizo Antigono, Rey de Macedonia, de un Philosopho, por haverle dedicado un Libro de Justicia ( en ocasion que el andava desposeyendo Reyes, y Soveranos) pues aunque en todo imite V. E. los generosos hechos de este Principe, le aventaxarà en este, como hizo el referido Emperador, respecto que quando este Volumen tratase de Justicia, no hallaria en parte alguna mayor auxilio que en V. E. por procurar siempre su conservacion; y pues la malicia humana no dà lugar à que esta se conserve sin el pode-

derio de las Armas: y la violencia de ellas obligue (para vivir con ſeguridad los que la quieran guardar) à cerrar y fortificar ſus Plaças; no huviera razon, EXCELENTISSIMO SEÑOR, paraque ſiendo eſte Tratado de Fortificacion Moderna, buſcaſe otra ſombra que la de V. E. que como tan curſado en ſu theorica, y experimentado en la practica, podrà juzgar con acierto de los ierros (que por ſer obra mia) puede tener; paraque corregidos de ſu gran talento, peregrine por las partes mas remotas, ſin el temor de dar en las manos de una temeroſa cenſura, prerogativa que han logrado, y logran mis Libros antecedentes, que han ſalido con el ſobreeſcrito de V. E. de quien à no conſtarme, ſe ofende ſu modeſtia oyendo recitar lo Heroico de ſus notables hazañas hechas en los dignos empleos que ha ocupado; tuviera aqui mi pluma bien en que eſplayarſe refiriendo las glorias que ha adquirido V. E. deſde el pueſto de Capitan de Infanteria Eſpañola, haſta el de meritiſſimo Governador de eſtos

Estados, que con tan general aplauso hoy posseé V. E. como assi mesmo en cantar loores y alabanzas de la antigua y noble stirpe de los Progenitores de V. E. si bien lo han hecho muchos Coronistas mas clasicos, y de authoridad que yo, que no tengo otra que la que me dà el caracter de rendido Criado de V. E. cuya Excelentissima Persona guarde Nuestro Señor los muchos años que deseo, he menester, y la Monarquia necessita. Bruselas à 1. de Marzo de 1687.

EXCELENTISSIMO SEÑOR,

A los Pies de V. E. siempre,

DON SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO.

A



# A LOS CURIOSOS, Y AFICIONADOS LECTORES.

*EL motivo (curiosos Lectores) que tuve en lo passado, para escrivir mis Libros que corren impressos, y en particular el intitulado* Rudimentos Geometricos, y Militares, *que por haver salido en mis principios, no està con la mayor justificacion, y terminos mas proprios, fue el de introducir entre la Milicia, la enseñanza de aquellas partes que de la Mathematica pertenezen à un Soldado: como son la Fortificacion, Arte de Esquadronar, uso de la Artilleria, Geometria practica, y conocimiento de los Mapas. Y viendo logrado mi intento con tanto acier-*

*to*

*to que ademas de 700. Oficiales, que desta Academia han salido aprovechados, son muchos aquellos que solo por mis Obras, han adquirido alguna inteligencia ( como es notorio ) y como en los mas adelantados, yo experimentase necessitavan para la especulacion, y llegar à perficionarse en la theorica de la Architectura Militar, Geometria practica, y Trigonometria, de otros Libros, que tratassen mas ampliamente desta materia, y por no hallarlos en nuestro idioma, se huviessen de valer de los escritos en la estrangera; juzgue ser de mi obligacion continuar con lo començado, pareciendome, que quando por lo passado, se valian las Naciones de los escritos de nuestros antecessores, no era decente mendigassemos aora su doctrina; porque aunque confiesso, que en nuestros tiempos, han escrito algunos Autores desta facultad en lengua Castellana, ha sido muy sucinto, confusamente, y con poco conocimiento del nuevo modo de atacar que hoy se estila, cosa que obliga à buscar nuevas defensas; y en esta consideracion, y la de las razones referidas, resolvi escrivir esta obra, dividida en cinco Libros,*

*y*

*y contenida en 2. Tomos : que en el primero, se trata de la Fortificacion, y en el segundo, de lo que toca à la Geometria, trayendo para cada cosa, duplicadas reglas, que ademas de lo escrito, se explican por figuras, en cantidad de Estampas, que para mas facilidad, y inteligencia, van puestas con tal orden (siguiendo la una à la otra) que puedan salir fuera del Libro, y tener la figura à la vista todo el tiempo que se hablare de ella. Creo tendràn aqui los inclinados entera satisfacion, y lo que hallaren de menos, atribuyanlo à mi descuydo ò insuficiencia, y no à la cumplida voluntad que tengo de servir à todos : atestiguando esta verdad, con haver perdido por ello la vista, y sin ella escrito esta obra, y mi antecedente intitulada,* Descripcion del mundo, ò guia Geographica, *que el año de 1686. saliò à luz, laqual enseña à conocer todas sus Provincias, Islas, Mares, y sus situaciones : como tambien los Rumbos de la Navègacion, uso del Globo terrestre, y de los Mapas, ò Cartas Geographicas) y para lo vulgar del estilo, de una y otra, me servirà de disculpa, el carecer de la Lengua Latina, y no haver aprendido esta*

*fa-*

*facultad; en ninguna Universidad, ni de Maestro alguno: si no en los cuerpos de guardia y en las marchas, llevando como pobre Reformado la pica al hombro, y los Libros, y instrumentos en una valija; cosa que ha sido notoria à muchos de este Exercito, haviendo llegado assi por discurso de tiempo à ser el primero que estableciò Academia Militar en estos Estados; lo que he querido advertir, paraque los aficionados, no desmayen pareziendoles dificil conseguir esta empresa.*

*Estandose imprimiendo esta Obra, pareciò quo yendo sola en un Volumen, seria muy grande: y assi se dispuso que fuesse en dos Tomos: que por lo pequeños y portatiles convidasen à traerlos consigo el Soldado.*

SO-

# SONETO.

## DE UN AMIGO DEL AUTOR.

*TEmplo erixa la Fama à tu eloquencia*
*En la immortalidad docto* Medrano,
*No pretenda eclipsar si no es en vano*
*La embidia el sol radiante de tu ciencia*
*No presuman hazerles competencia*
*A tus escritos rasgos de otra mano,*
*Y quien tu escuela cursa viva Vfano*
*De gozar de tal astro la influencia.*
*De la ignorancia el Caos tenebroso*
*Con tu sabiduria has aclarado,*
*Desluciendo al Autor mas primoroso*
*Con tu ingenio sutil y sublimado,*
*Y has perdido el sentido mas precioso*
*Qual Ycaro las alas remontado.*

OCTA-

# OCTAVA.

*SI Archimedes, y Euclides ilustraron*
*La muy noble, y sutil Geometria;*
*Si Ptolomeo, y Estrabon trazaron*
*La descripcion del Globo, y simetria,*
*Mui poco sus ingenios travaxaron,*
*En dexarnos de todo clara guia,*
*Mas* Medrano *(aunque ciego) en esta Corte,*
*Es de estas sciencias el luciente Norte.*

# DECIMA.

*LLamarte ciego, ò* Medrano
*Viendo lo que has produzido,*
*Es no creerte assistido*
*De un impulso soberano;*
*Quando Mercurio à la mano*
*Con el buelo de sus alas*
*Te trae à Vrania, y à Palas,*
*Cuya Esphera, y hacha ardientes*
*Las tienes siempre presentes,*
*Siendo antorchas de tus salas.*

AVI-

# AVISO
## AL
## ENQUADERNADOR.

*Porque al Enquadernar los Libros, se puede ofrecer dificultad al colocar las Estampas, digo que la Primera Sigue à la pagina 16. del primer Tomo.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| La 2. à la | 20 | La 19. à la | 238 |
| La 3. à la | 26 | La 20. y 21. à la | 304 |
| La 4. à la | 36 | La 22. en el segundo Tomo à la | 24 |
| La 5. à la | 38 | La 23. à la | 44 |
| La 6. à la | 44 | La 24. à la | 64 |
| La 7. à la | 48 | La 25. à la | 82 |
| La 8. à la | 62 | La 26. y 27. à la | 102 |
| La 9. à la | 70 | La 28. y 29. à la | 308 |
| La 10. à la | 74 | La 30. à la | 322 |
| La 11. à la | 76 | La 31. y Tabla de las basas à la | 326 |
| La 12. à la | 78 | La 32. à la | 334 |
| La 13. à la | 84 | La 33. à la | 340 |
| La 14. à la | 176 | La 34. à la | 346 |
| La 15. à la | 186 | La 35. à la | 350 |
| La 16. à la | 208 | | |
| La 17. à la | 218 | | |
| La 18. à la | 232 | | |

*Tam-*

*Tambien me pareciò advertir aqui como por cuidado que se tenga en una impressïon, siempre sale con algunas letras mal colocadas, y assi de los puntos y comas, y mas haziendose esto en Pais Estraño, pero como no se falte al discurso y doctrina, lo demas importa poco, y porque hablando adelante de la grandeza de los pies se dize que la braza Milanesa contiene 2. pies de Paris, advierto que fue error, porque ha de dezir, dòs pies de Brabante, una pulgada, y 4. lineas de otra.*



L l



# LIBRO PRIMERO.

QUE TRATA

## DE LA FORTIFICACION REGULAR, Y IRREGULAR, Y CONSTRUCION DE SUS FIGURAS.

---

### *Origen, y definicion de la Fortificacion.*

FOrtificacion, es Arte que enseña à cerrar, y fortificar una Plaça, paraque pocos se puedan defender à cubierto, de muchos; y si esto es de suerte que no aya parte en toda ella, que no estè vista y defendida de otra, se dirà que es Plaça fortificada; y siendo solo con una Cerca de Muralla, se le darà Titulo de cerrada; mas no, de fortificada.

El Origen de la Fortificacion procediò de la Tirania, porque pretendiendo la Ambicion,

y Malicia de los hombres usurpar lo Ageno, fueron obligados los Pueblos para vivir con seguridad libres, de los que intentavan sujetarsos à su servidumbre, à cerrar sus Plaças, siendo esto tan antiguo, que tubò su principio en la primera Edad por Cain, que fue el primero que haviendo fundado una ciudad en el Monte Libano, que llamò Enoc, del nombre de su Primogenito,. la cerçò de Muralla, de cuyas Ruynas que escaparon del Diluvio, parecen aun vestigios: por cuya noticia, y à su imitacion luego que empeçò là segunda Edad, se valieron los Babilonios, y otros de esta invencion, contentandose al principio con solo cerrar sus Villas de Murallas, y continuando las hizieron despues à prueva de las Maquinas que antiguamente se usavan, como de los Arietes, &c. Los Arietes eran unos-carneros de bronze, puestos sobre carros cubiertos, en los quales se metian algunos Soldados; y haziendo retirar atràs la Maquina, bolvia con violencia, y batia la Muralla con la cabeça del carnero. Para defenderse de las piedras, y flechas que los de fuera arrojavan, y ofenderlos estando cubiertos los de dentro, hizieron sobre la Muralla un Paredon, ò Parapeto, con sus Almenas, dexando en cada una su tronera que llamavan flechera, ò Ballestera.

Reconociendo con el tiempo no ser estos

Re-

Reparos ſuficientes, inventaron los Torreones quadrados y redondos, à diſtancia de un tiro de piedra unos de otros, Eſtos duraron haſta que ſe inventò la polvora, y uſo de la Artilleria, la qual obligò à buſcar nuevas defenſas, haziendo Balvartes redondos por ſus Caras, y Eſpaldas, que aun ſe conſervan en algunas partes, perficionandolos deſpues, poco, à poco, haſta que han llegado à la forma Triangular que oy tienen, que es la mas perfecta Fortificacion, que ſe hà inventado y de là que yo, con el favor de Dios eſpero tratar aqui.

Divideſe la Fortificacion en Regular, y Irregular; y en Real, y de Campaña. Eſta es, aquella cuya linea de defenſa no llega à ſeis cientos pies; y la Real, là que tiene de ſeiſcientos pies arriba, con ſus partes proporcionadas para la buena reſiſtencia contra las Armas, y Maquinas con que ſe hiziere la ofenſa.

Fortificacion Regular llamamos à la que tiene todas ſus lineas, y Angulos ſemejantes iguales; y Irregular à la que en algo careze de eſta igualdad, de que trataè, deſpues de haver dado noticia de la Regular, laqual facilita y dà la inteligencia para la comprehenſion de la Irregular.

## *Dase Noticia de las lineas y Angulos de la Fortificacion.*

LO primero que ſe deve hazer quando alguno deſea aprender algun Arte, es ſaber los terminos de los Inſtrumentos, y partes de el, y aſſi ſerà bueno dar principio à eſta, enſeñando los nombres proprios de todas las lineas, y Angulos de la Fortificacion, lo que haremos en *la primera Figura de la Eſtampa primera*, en la forma ſiguiente.

B P. es Diametro de la Figura; A B. Semidiametro; B D. Capital; B C. lado del Poligon interior; D E. lado del Poligon exterior; B H. media gola; H F. flanco; H G. Cortina; B H O. gola; M O. linea de la defenſa fixante; K M. linea de la defenſa Raſante (que es ſiempre la que forma la Cara del Balvarte) D F. Cara de el Balvarte; ſegundo fuego, ò ſegundo flanco, es el eſpacio que hay deſde el punto donde nace la linea de la defenſa Raſante, haſta el flanco, como lo es el eſpacio K O.

## *De los nombres de los Angulos mas principales de la Fortificacion.*

ANgulo no es otra cosa (hablando vulgarmente) que un rincon, que se forma de la Inclinacion, y union de dos Paredes, ò dos lineas; que paraque sean mas bien comprehendidos se nombran por tres letras, tomando el Angulo por la letra de en medio, como se demuestra *en la dicha Estampa figura primera*, y parece abajo.

B A C. Angulo del Centro de la figura, formado de los dos semediametros A B., A C., G H F. Angulo flanqueante, formado de la cortina H G. y del flanco F H., Q D F. Angulo flanqueado, ò defendido, (porque lo està de los Angulos flanqueantes colaterales) formado de las caras Q D. y D F. *D F H. Angulo de la* espalda, formado de la cara de el Balvarte D F., y del flanco F H. Nombrase assi, porque la esquina F. se llama espalda; O B H. Angulo de los Poligones, formado de los dos L B. y B C. tambien se llama Angulo de la Circunferencia, ò de la Gola, por formarse de dos medias. G D E. Angulo diminuto, formado de la linea rasante G D. y del Poligon exterior D E. Tambien se dize diminuto el Angulo G H E; y el Angulo F H E.

 del

del fuego exterior, ò ſimplemente Angulo del fuego; DIE. Angulo flanqueante exterior, ò de la tenaza, ſegun llaman algunos; pero yo no hago jamas caſo, ni mencion de eſte Angulo; A. centro de la figura, B. centro de los Poligones, ô del Balvarte.

Otros terminos, lineas, y Angulos ay en la Fortificacion, pero los referidos ſon los mas eſſenciales, y adelante ſe declararan los nombres de cada figura, como ſe vaya ofreciendo hablar de ellas. Y porque todas deven conſtar de proporcion, y medida, ſe pondrà aqui la diſtancia de medio pie de el Rin, ò Gemetrico, medio de Paris, y medio de Brabante, que ſon los ſiguientes.

## *De los pies conque ſe proporcionan las lineas de la Fortificacion.*

PRimeramente ſe hà de ſaber que el pie Geometrico conſta de 16. pulgadas, ò dedos, y cada quatro dedos hazen un Palmo, y quatro palmos el pie, de que cinco hazen un paſſo Geometrico. El codo tiene pie y medio. La pertica, ò verja 10. El eſtadio 125. La milla de Italia mil paſſos; y la legua Eſpañola tiene 3. millas y 3. ſeptimos de otra: Eſte pie dà el Padre Eſnelio por ygual al de los contornos del Rio Rhin, dicho pie Relandico, diziendo que lo tiene bien calculado, ſi bien ay otros de diver-

ſa

ſa opinion, pero el error es de poca monta (caſo que aya alguno) y aſſi digo que la grandeza del medio pie del Rhin es el de la Reglà AB. *fig. 3. dicha Eſtampa*, dividido en cinco pulgadas de que todo el pie tiene 10. y una pulgada eſtà dividida en 10. partes, que llaman lineas y cada parte, ò linea en otras 10. de que una es la diſtancia que ay de C. à D., que es quaſi imperceptible, y là de mas arriba es dos, y aſſi la ultima EF. vendrà à valer las 10. dichas, de manera, que ſi todo el pie valiera mil cantidades, cada pulgada valdria 100. y cada linea 10. y ſu decimo CD. una.

El que quiſiere reducir eſte pie à de dos Geometricos, lo harà dividiendole todo en 16. partes, como aora ſe ſupone dividido en 10. pulgadas, que es lo mas proprio para los calculos y operaciones de la Practica.

La diſtancia GH. es medio pie de Paris, y là IK. *otro medio del Ducado de Brabante*, que ſon *los tres pies*, que en *Alemania*, Francia, y Flandes uſamos comunmente en todo genero de medidas, y el que quiſiere ſaber la diferencia que tienen los pies de diverſas partes unos con otros, lo harà midiendo ſobre el pie entero del Rhin dividido en las mil partes, otro qualquiera, y de los que van aqui hallarà que el de Paris tiene 1033. de las 1000. dichas; y el de Brabante 909. que es el menor de

 eſtos

estos tres, y el que yo sigo por todo este volumen.

Nota que todo el pie de Paris le supongo aqui dividido en 10. pulgadas, no obstante que en Paris lo dividen en 12. y el de Brabante va tambien dividido en 10. aunque los del Pays lo dividen en onze, mas los Mathematicos tienen por mejor repartirlos todos en 10. para facilitar sus calculos, como hè dicho, y que assi mesmo que una verja Relandica se compone de 12. pies del Rhin, una de Francia (que llaman toise) de 6. de Paris; y una Brabantina, de 20. de Brabante; la brasa Milanesa contiene 2. pies de Paris.

## *De las Maximas y Preceptos que generalmente se han de guardar en la Fortificacion Regular, y Irregular.*

TOdas las partes de la Fortificacion deven estar proporcionadas, de manera que no aya alguna que no estè debajo de Regla, pues faltando esta en qualquiera de ellas, falta en todas; porque es comparada la Fortificacion al cuerpo humano, que padece todo estando mala la menor parte de el.

La primera Maxima es que la linea de la defensa no sea mayor que el alcance de el Mosquete de punto en blanco, que es de mil pies Geometricos, porque siendo mayor, no estarà bien

bien defendida la Plaça; y ordinariamente la linea de la defensa es de sietecientos y veinte pies de Paris, ò de 800. de Brabante, que es là que yo sigo, aunque es poca la diferencia: de hazerla mucho menor, vendrà el que todas las partes sean pequeñas, y encerrar un mesmo espacio con mas Balvartes.

Segunda que el flanco no sea mayor de 180. pies, ni menor de 100. porque siendo menor habrà poco fuego; haviendo de salir de el para defender la Cortina, Flanco, Frente, ò Cara del Balvarte, Contraescarpa, Estrada encubierta, y *Esplanada* opuesta; y assi mesmo siendo menor el flanco, el Angulo flanqueado serà obtuso en muchas figuras, y el Balvarte no tan capaz. Si fuere mayor de los 180. causarà que todas las partes sean grandes, como la linea de la defensa, y Cara del Balvarte, y sobre todo que el Angulo flanqueado sera agudo; el mas *proporcionado* es de 120. à 160. pies.

*Tercera, que la* media gola sea de la grandeza de el flanco, antes mas que menos, y en particular en las figuras de quatro, y cinco lados, en las quales los Angulos de los Poligones son mas cerrados. Si la media gola es pequeña, no quedarà entrada capaz al Balvarte, y todo el parecerà un Reduto, y la linea de la defensa serà larga, particularmente donde el Angulo de los Poligones no fuere bien abierto. Si la media gola

es

es grande, lo seran tambien las Caras de los Balvartes; y las Cortinas muy pequeñas. Esta justificacion de la media gola, no se entenderà en lo Irregular, donde es menester conformarse con el Terreno.

Quarta, que la Cortina sea de quatro cientos à quinientos pies, no passando los 600. porque causarà los defectos dichos en la media gola pequeña, porque un defecto causa otro; ni hà de ser menor de 300. porque siendolo no estarà bien defendida por su mediania, que es adonde se suelen colocar las Puertas; y para haverlas de defender serà necessario sacar la mitad del cuerpo fuera del parapeto, loque es peligroso por la mamposteria del Enemigo, y enfin tendrà el defecto de la media gola grande.

Quinta, que la cara del Balvarte sea de 300. à 360. pies, ò de la cantidad de los dos tercios de la Cortina; porque siendo mayor de lo dicho, causarà muchos defectos, teniendo mas costa para hazerla, y haviendo menester mas gente para defenderla, y siendo la parte por donde ordinariamente se ataca una Plaça, es mas fuerte siendo pequeña, porque no tendrà tanta frente en que abrir brecha el Enemigo; ni tampoco hà de ser tan pequeña que le falte capacidad para hazer Cortaduras en el Balvarte, la mas comun es de 300. pies.

Sexta, que todo Angulo flanqueado de Balvarte,

varte, Revellin, ò de otra Fortificacion, no ſea menor de ſeſſenta grados, ni mayor de 90. que es el mas perfecto, y èl que yo ſigo; y no ſea nunca el dicho Angulo obtuſo, puede ſer agudo, como no ſea menor de 60. grados.

Septima, que el Angulo flanqueante ſea recto.

Ottava, que el foſſo ſea de la grandeza del flanco, ò de 100, à 120. pies: ſi ſe hiziere mucho mas ancho por lo apartado que eſtaran la Contraeſcarpa, y eſtrada encubierta del flanco opueſto, no ſeran bien defendidas, y el Enemigo podra con mas facilidad alojar ſu Artilleria ſobre la Eſplanada, deſde donde abrirà luego brecha, y Siendo grande no puede ſer profundo, porque no havrà donde echar la Tierra, y no ſiendo el foſſo profundo con las ruinas de la muralla, y alguna faxina ſe cegarà luego. Por el contrario ſe hà de procurar que no ſea eſtrecho, porque corre peligro de ſer paſſado con un Puente Artificial en una noche obſcura, y aſſi meſmo ſerà neceſſario que ſea profundo, paraque aya tierra para hazer las fortificationes; la profundidad de el foſſo hà de correſponder à la altura de la muralla, como de 15. à 20. ò 25. pies.

Nona, que la Eſtrada encubierta ſea de 25. à 30. de ancho, advirtiendo que ſi ſe haze mayor tendrà el Enemigo grande Plaça de Armas, adonde alojarſe ſi la ganarè, y ſiendo menor no ſe podrà

drà tener en ella gente formada en tiempo de ſitio, ni havrà capacidad donde poner los pertrechos neceſſarios para ſemejante occaſion.

Decima, que la Eſplanada tenga de 60. à 100. pies.

Undecima, que no aya parte de la Plaça que no eſtè viſta, y defendida de otra.

Duodecima, que toda Fortificacion exterior eſtè dominada y deſcubierta de là Interior.

Decimaterzia, que el Balvarte terraplenado ſea preferido al vacio, y el entero al medio.

Decimaquarta, que un meſmo recinto fortificado con menos Balvartes à la defenſa del Moſquete, tenga primer lugar que el, que tubiere mas.

Decimaquinta, que la Fortificacion Irregular ſe aproxime quanto fuere poſſible à la Regular.

Todas eſtas Maximas ſe han de obſervar en la Fortificacion ſiempre que hubiere lugar, y en todo caſo ſe han de tener por inviolables, las que dizen que el Angulo flanqueado no baje de 60. grados, ni la cortina de 300. pies, como la linea de la defenſa que no paſſe de mil, y las que enſeñan que toda Fortificacion exterior eſtè dominada de la Interior, y que qualquiera parte de la Fortificacion eſtè viſta y defendida de otra, las demas pueden faltar por conformarſe con el terreno.

A D-

## ADVERTENCIA.

ESTas Maximas encargo à los aficionados que las tomen de memoria, antes de empeçar la Fortificacion, porque en ellas consiste su conocimiento, y en el segundo libro se especula sobre cada una, y tambien sobre todas las partes de la Fortificacion, y assi mesmo les pido que antes de empeçarla, aprendan el modo de dividir una linea, y un circulo en las partes iguales que se quisiere, y a levantar una perpendicular, à una linea dado un punto en ella, ò fuera, y à tirar una linea paralela à otra, como à hazer un Angulo igual à otro, todo loqual se hallarà en el uso del Compas del quinto libro, que con esto podràn empeçar la construcion de todas las figuras; si bien serà bueno estèn enterados de las quatro Reglas de Arithmetica, mas no porque las ignoren desistan de su buen intento, pues para un Soldado podrà sin ellas alcançar lo importante de este Arte, que està contenido en el primero, segundo, y quarto libro, porque para el tercero, que es para el professo Ingeniero requiere haver estudiado el quinto, y tener de el, entero conocimiento.

Pro-

## PROPOSICION PRIMERA.

### *Construcion del Quadrado.*

PAra delinear sobre el papel un quadrado, ò otra qualquier figura regulàr se tirarà una linea recta à discrecion como AB. *de la segunda Figura Estampa primera*, y con qualquiera abertura del Compas, y de qualquier punto de dicha linea, y sea del termino G. se descrivirà el circulo CDEF. y dividiendo por mitad el diametro FD. con la linea QI. quedarà el circulo repartido en quatro partes iguales, tirese una linea de division à division, como son CD; DE; EF; y FC. que seràn los Poligones Interiores; dividase uno encinco partes iguales, y sea CD. que se dividirà en las cinco partes CNXZ. T.D. tomese una quinta parte para la media gola CN. y otra para TD. echo esto se lebantaran en el termino N, y en el termino T. las perpendiculares PN. y MT. luego se dividirà una media gola TD. en tres partes iguales, y se tomaràn las dos RT. para los flancos TS. NO.

Para tirar las Caras de los Baluartes se pondrà la Regla en los terminos T; O. y se tirarà la linea de la defensa Rasante TQ. que terminarà la Cara QO; lo mesmo se harà poniendo la Re-

gla en los terminos N. S. para tirar la Rasante NB. terminando la Cara SB. y haziendo lo mesmo por los demas lados, quedarà cerrada la Plaça en buena proporcion, viniendo à juntarse las lineas de la defensa en los puntos Q;B;A;I. formando alli los Angulos flanqueados.

En las Maximas dijè que la linea de la defensa era de 800. pies de Brabante, y aunque en esta figura sea algo mayor la dicha linea que el Poligon interior, noobstante se hà de reputar el Poligon por la linea de la defensa; y assi paraque el Estudioso sepa la cantidad de cada parte de la Plaça, dividirà el Poligon CD. en ocho partes yguales, y cada parte sera 100. pies, de que añadidas dos distancias haran mil, dividase despues un ciento en 10. partes yguales, que cada una serà 10. pies; y se habrà formado una Escala como K. por laqual se hallarà que la linea de la defensa tiene $843\frac{3}{10}$ pies, la Cortina 480. el flanco $106\frac{2}{3}$ la media gola 160. la Cara del Balvarte $351\frac{1}{5}$ el semidiametro $565\frac{4}{5}$ la Capital $258\frac{7}{10}$ y el Angulo flanqueado 64. grados y 56. minutos.

El quadrado es bueno para fortificar un passaje en la campaña, ò para guarnecer una linea de Circunvalacion, y hazer un fuerte en una avenida durante un sitio, y finalmente para Cindadela de una Villa.

PRO-

## PROPOSICION II.

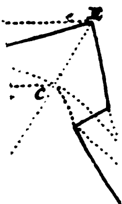
### *Construcion del Pentagono.*

PAra el Pentagono (assi llaman à las figuras de cinco lados) se tirarà una linea recta AB. de la *Figura primera Estampa segunda*, à discrecion, y de qualquier punto, y sea de M. con la abertura del Compas que se quisiere, se descrivirà un Circulo, que se dividirà en cinco partes yguales con los Poligones DE; EF; FG; GC; CD. dividase uno en cinco partes yguales, y dese una à la media gola CH. y otra à DI. y sobre los puntos H.I. se lebantaran las perpendiculares IL; HK.

Dividase el Poligon DE. en seis partes iguales, y tomese la una ZD. para cada flanco IP. HO. y hecho esto, se pondrà la Regla en H.P. y se tirarà la linea de la defensa HQ. que terminarà la Cara del Balvarte PQ., y por O.I. la linea de la defensa SI. que darà la Cara SO. hagase lo mesmo por los demas lados, y quedarà la Plaça cerrada en buena proporcion.

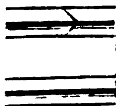
Para saber las partes de esta figura se dividirà un Poligon en ocho partes yguales, que cada una sera cien pies, y añadiendo dos distancias, y dividida una en diez, cada una sera 10. pies, se tendrà la Escala R. de mil, por laqual se re-

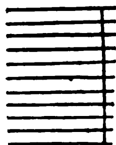
*Esta*











*del autor*

reconocerà la linea de la defensa, que aqui es de 832 $\frac{1}{10}$ pies, la Cara de el Balvarte de 333 $\frac{9}{10}$ la Cortina 480; la media gola 160; el flanco 133 $\frac{1}{3}$, el Semidiametro 680 $\frac{1}{2}$, la Capital 275 $\frac{1}{10}$; y el Angulo flanqueado de 76. grados y 58. minutos.

El Pentagono, es la figura que se halla mas à proposito para construyr una Ciudadela en una Villa, tambien es bueno para un fuerte de Campaña, ò guarnecer la linea de Circunvalacion.

## PROPOSICION III

### *Construcion del Exagono.*

PAra fortificar el Exagono. ( que es figura de seis lados ) se tirarà la linea A B. à discrecion *de la segunda figura Estampa 2.* y formado el Circulo, como en las precedentes operaciones, se dividirà en seis partes iguales, loqual se harà con la mesma abertura del Compas con que se hizo el Circulo, y haviendo tirado los Poligones de division à division, (como se hà dicho ) se dividirà uno, y sea C E. en cinco partes iguales, y dando una à la media gola C X. y otra à E D. se levantaràn en los puntos X.D. las perpendiculares para los flancos. Dividase otro Poligon E B. en seis partes iguales,

y dese una sexta parte al flanco DO. y otra à XH; Para tirar las lineas de la defensa, se dividirà la quinta parte FD. y XG. por mitad en los puntos Γ. Z. y de dichos puntos por los extremos de los flancos O. H. se tiraran las lineas de la defensa TP. ZQ. como se hà hecho en los precedentes; Hagase lo mesmo por los demas lados, y quedarà cerrada la figura, y bien proporcionada.

Hagase la Escala I. dividiendo un Poligon en ocho partes iguales, y con las circunstancias referidas, y midiendo todas las partes de la Plaça, se hallarà la linea de la defensa Rasante de $730\frac{9}{10}$. la Fixante de $805\frac{3}{10}$ la Cara del Balvarte de $309\frac{3}{10}$, la Cortina de 480., la media gola de 160., el flanço de $133\frac{1}{3}$ el segundo flanco ZD. de 80. la Capital de $266\frac{4}{5}$, el semidiametro de 800. igual al Poligon, quedando el Angulo flanqueado abierto de 83. grados, y 8. minutos, que todas son muy buenas proporciones.

El Exagono, es figura capaz de encerrar en si una Villa, como es Grol, en Frisa; Leopold, en Austria; y Charleroy, en estos Payses; si bien se aplica tambion para una Ciudadela, como las tienen Milan, y el Casal de Monferrat. Esta figura es la primera de las Regulares, à laqual, si se quisiere, se puede hazer el Angulo flanqueado recto, como se enseñarà en

la

la ſiguiente figura, porque en el quadrado, y Pentagono, no es poſſible.

## PROPOSICION IV.

### *Conſtrucion del Eptagono.*

PAra el Eptagono (que es la figura de ſiete lados) ſe deſcrivirà el Circulo *de la fig. 3. Eſtampa 2.* y dividido en ſiete partes iguales ſe tiraran los Poligones de punto à punto, y dividiendo uno en cinco partes iguales, ſe darà la una à la media gola, y la ſeſta parte del Poligon al flanco. Para tirar las lineas de la defenſa ſe prolongarà el ſemidiametro A B. à diſcrecion, y tirando la linea C D. de los extremos de los flancos cortarà el dicho ſemidiametro prolongado en E. y tomando la diſtancia E C. ò ſu igual E D. ſe pondrà de E. à F. y por los puntos F C. y F D. ſe tiraran las lineas de la defenſa F. G. y F. H. las quales mueren en ciertos puntos de la Cortina. Hagaſe lo meſmo por cada uno de los Balvartes, para acabar de cerrar la figura, y eſto executado ſe harà de un lado la eſcala K. guardando en ella el orden referido, y midiendo deſpues las partes de la figura, ſe hallarà que la linea de la defenſa raſante es de $689\frac{1}{5}$ pies, la fixante $783\frac{2}{5}$, la Cara del Balvarte $285\frac{3}{5}$, la Cortina 480., la media gola

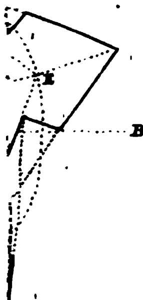
160; el flanco $133\frac{1}{3}$, el ſegundo flanco $99\frac{1}{10}$, la Capital $252\frac{3}{5}$, el ſemidiametro $922\frac{1}{10}$; y el Angulo flanqueado recto, ò de 90. grados.

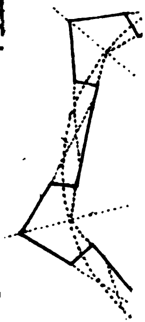
El Eptagono, es comodo para fortificar una villa en un llano, porque encierra dentro de ſus murallas gran diſtrito. Ay algunas villas de ſiete Balvartes, nombradas por ſu fortaleza, como Dama en Flandes, Couvorden en Friſa, Philisbourg en Alſacia; y aunque verdaderamente el Eptagono no ſea proprio para Ciudadela, no obſtante la de Manhen villa capital del Palatinado, que eſtà ſobre el Rhin, es de ſiete Balvartes, y muy fuerte.

Plaças Regulares de mas de ſiete Balvartes ſon muy pocas las que ſe fortifican, por lo menos de ocho (que yo ſepa) no ay ninguna, aunque Palmanova, en el Dominio de Venecia es de nueve, pero no ſê de otra, y aſſi eſcuſarè proponer mas figuras, diziendo que para el Octagono, y Eneagono, &c. ſe guardarà la meſma regla que para el Eptagono, caſo de quererlas conſtruyr, y deſpues ſe les haràn ſus Eſcalas, como lo hemos enſeñado.

Nota que ſi el lado de la figura ſe ſupuſiere de 700. pies, ſe dividirà en ſiete partes iguales para hazer la Eſcala, como antes ſe dividiò en ocho, reſpecto de haverſe propueſto de 800. y en lo demas ſe guardarà el meſmo orden; y ſi el Poligon fuere de 900. ſe dividirà en nueve, &c.

Esta



&c. de modo que hecho un fuerte por la Regla que para ello se hà dado, y terminado el valor de el Poligon, semidiametro, ò otra qualquier linea, se harà de ella una Escala para conocer las demas. Tambien se puede saber esto por una Regla de tres; Exemplo en un Pentagono, donde queriendo que el lado de el Poligon sea de 700. pies, se dirà si 800. pies de lado de Poligon dan 680 $\frac{1}{2}$ de semidiametro, 700. que semidiametro daran? y hecha la Regla se hallarà que dan 595 $\frac{7}{16}$, y assi de los demas. Al contrario se harà si por el semidiametro se quisiere saber el lado del Poligon, diziendo si 680 $\frac{1}{2}$ semidiametro del Pentagono dan 800. de Poligon, otro qualquier semidiametro para otro Pentagono, que Poligon darà?

## Proposicion V.

### *Del Fosso, Falsabraga, Estrada encubierta y Esplanada.*

DEspues del designio de la Plaça sigue el del fosso, cuya construcion es la siguiente.

Prolonguense todos los semidiametros à la Campaña, como AD. AC. &c. de la Estampa 3. y levantense del centro perpendiculares à la cortina, prolongandolas à discrecion,

paſſando por mitad de la cortina, y el punto donde ſe encuentran las lineas de la defenſa como AG. AE., &c. y eſto executado ſe abrirà el compas de la grandeça de uno de los flancos (para ſervirnos aora en el papel, que en otro lugar ſe juſtificarà mas la anchura de el foſſo) y con eſta abertura pueſto el pie del compas en el Angulo flanqueado L. ſe hará la porcion de circulo HK. y deſde el Angulo S. la porcion PQ. Pongaſe la Regla en el Angulo de la Eſpalda M. y en la extremidad de la circunferencia del Arco PQ. de ſuerte que no haga mas que tocarſe en la circunferencia en un punto, que ſerà en Q. y tireſe la linea MQ. y pueſta la Regla en el punto de la circunferencia H. y en el Angulo de la Eſpalda I. ſe tirarà la linea HI. cortando la MQ. en 12. de ſuerte que de H. à Q. es el Arce del foſſo, y deſde el, haſta lo profundo ſe dize Contraeſcarpa, termino que confunden algunos llamando aſſi à la Eſtrada encubierta, ſiendo aſſi que la Contraeſcarpa es la dicha, y ſi lo quiſieren eſcuſar, diziendo es termino Frances, digo que tambien ſe engañan, porque en Francez la Eſtrada encubierta ſe llama camino cubierto, ò corredor. Hè querrido advertir eſto paraque ſe dè à cada parte de la Fortificacion ſu nombre proprio.

La primera Fortificacion exterior es la falſa-

braga

braga en las partes donde las hay, aunque haviendose reconocido ser de poco provecho, estan reprovadas de la mayor parte de los Autores, y en mi sentir tienen razon, porque no solo tienen mucha costa, por la mucha tierra que se consume en su parapeto, si no que despues de hecha no pueden los Soldados estar en ella desahogadamente en tiempo de sitio, por lo mucho que incomodan las ruynas que caen de la muralla principal; pero por no dexar de dar noticia de todo, pondrè aqui el modo de hazerlas. Dividase una media gola en tres partes iguales, y tomando la una se pondrà sobre los flancos, y Cortinas, que serà desde 2. à 3. y 4. y de 6. à 5. y 7. tirese la linea 7. 4. que serà paralela à la Cortina 2. 6. y tomando sobre ella la distancia dicha que sera de 4. à 9. y de 7. à 8. se pondrà la Regla en los puntos 3. 9. y 5. 8. y se tiraran las lineas 5. 8. y 9. 3. hasta cortar las caras de los Balvartes prolongadas, y las dichas lineas 8. 9. seran los flancos de la falsabraga. La falsabraga se hazia antes entorno de la Plaça, pero haviendo enseñado la experencia, que estava en filada, ò descubierta por las Caras de los Balvartes. Se haze hoy solamente delante de las Cortinas y flancos, ò bien solo delante de estos, como 10. y 11. que llaman flancos bajos.

La anchura de la falsabraga deve ser de 30.

pies, y ſu parapeto de 20., y de 6. de altura, que es lo ordinario de los parapetos comprendiendo la de la banqueta, y la anchura de eſta ſerà de 3. à 4. que viene à ſer en todo 53. ò 54. pies.

Para dar à la Eſtrada encubierta lo que le toca, ſe dividirà un flanco, ò la media gola en cinco partes iguales, y ſe tomarà la una, con laqual ſe harà de qualquier parte del Arce del foſſo H. 12. dos Arcos, y otros dos del Arco 12. Q. que ſeran V Z. y X N. por cuyos extremos ſe tiraràn las lineas C T. D T. que concurriràn en T.

Para la Eſplanada, ſe dividirà un flanco en tres partes iguales, y tomando las dos ſe haràn con eſta abertura de las lineas de la Eſtrada encubierta C T. D T. dos arcos por cada lado, y tocando ſus extremos ſe tiraràn las lineas R O. B O. viniendo à juntarſe en O. y ſiguiendo eſta orden por cada lado de la Plaça ſe vendrà à cerrar el foſſo, y encontrar las lineas de la Eſtrada encubierta, y Eſplanada, frente de los Angulos flanqueados de los Balvartes. En el ſegundo libro ſe tratarà mas ampliamente de cada una deſtas partes

PRO-

## PROPOSICION VI.

### De las Murallas, Parapetos, Quarteles, y Puertas.

DEspues de formada la Plaça como se hà enseñado, se marcarà la anchura del Parapeto, Muralla, y declivio, y dexando este para quando se hable de los Perfiles trataremos primero de la Muralla, y Parapeto. Prolonguense todos los flancos à discrecion, por la parte interior de la Plaça, y dividiendo una media gola en ocho partes iguales, se tomarà la una sobre dichos flancos prolongados que serà de 2. y 6. à Fg. tirese la linea Fg. yguiando la dicha linea por todas las partes de la fortificacion, de suerte que como es paralela à 2. y 6. lo sea tambien à los flancos, y Caras de los Balvartes, y estarà marcada la anchura del Parapeto. Para dar à la Muralla la anchura que le toca, se dividirà una media gola en cinco partes iguales, y tomando la una se marcarà sobre dichos flancos, como desde F. y desde g. y por los puntos que se terminaren se tirarà una linea, hasta tocar con los semidiametros de la figura en los puntos c. d. y haziendo lo messmo por los de mas lados, quedarà delineada la anchura de la Muralla, encontrandose todas las lineas en los semidiametros, como se hà

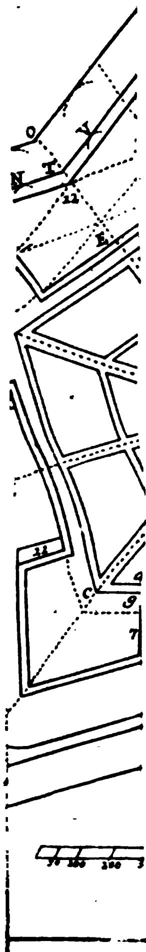
hà dicho, no entrando en los Balvartes, como haze el Parapeto; porque es de notar que quando las dichas lineas entràren dentro de los Balvartes, indica que eſtos eſtaràn vacios, y no terraplenados, como mueſtran eſtos, que yo tengo por mejores. La Banqueta ſerà de 3. à 4. pies de ancho, como ſe dirà deſpues.

Para marcar la Plaça de Armas principal, que es la que eſtà en el Centro de la Plaça, ſe tomara una medio gola, y pueſto el pie del Compas con eſta abertura en el centro A. ſe harà un punto en todos los Semidiametros, y tirando una linea de punto à punto como e f. &c. quedarà formado el Pentagono interior para la Plaça de Armas, paralelo al exterior.

Para la anchura de las calles principales que ſon las que del centro de la Plaça van derechas à los Balvartes y Cortinas (porque deſde el centro ſe deven veer) ſe tomarà la quarta parte de un flanco, y para las pequeñas la octava parte, y à eſta diſtancia ſe fabricaran las caſas, quedando todas las calles paralelas à la cortina, excepto las referidas, como todo lo demueſtra la *Eſtampa dicha*.

La anchura del parapeto de una Plaça deve ſer de 25. à 30. pies; las calles mayores de 30 à 36; y las menores de 16. à 18; advirtiendo que la calle que ay entre la muralla y las caſas à de ſer de 40. à 50. pies; la anchura de la mu-

cera.



muralla por la parte de arriba, adonde se marcha serà de 30. à 36, las Puertas se colocaràn en medio de las Cortinas, que es la parte mas flanqueada de una Plaça, por estar defendidas de los flancos colaterales, y son siempre de 12. pies de ancho, y 15. de alto, y de la mesma anchura seràn los Puentes, como mas ampliamente se tratarà de todo esto en el segundo Libro, que aora para el papel, y dar alguna idea, esto es sufficiente.

## PROPOSICION VII.

### *De los Revellines, Medias Lunas, y Contraguardias.*

LOs Revellines son unos Cuerpos, que se colocan delante de las Cortinas para cubrirlas à ellas, y à las Puertas, y para su construcion se prolongan los semidiametros de la *Figura 1. Estampa 4.* à la campaña como tambien por medio de las Cortinas, y tomando la abertura de una de estas, y sea A B. de sus extremos A. y B. se harà el crucero, ò intersecacion C. y puesta la regla en el angulo de la Espalda D. y en la intersecacion C. se tirarà la linea C D. que deve terminarse en E. y assi mesmo puesta la regla en F. y C. se tirarà la F C. y se tendrà el Revellin E C G.

Pa-

Para ſu foſſo ſe tomarà la mitad de el flanco, ò del foſſo principal, y con eſta abertura, del punto C. ſe deſcrivirà un Arco, como ſe hizo de los Angulos flanqueados de los Balvartes, para el foſſo principal, y de qualquier punto de las caras C G. y C E. ſe deſcriviràn los Arcos H. I. por cuyos extremos, y los del Arco hecho deſde C. ſe tiraràn las lineas I K. H L. terminandoſe en K L. laſquales dexaràn deſigniado el foſſo de el Revellin, que ſe hà de communicar con el principal, por las aberturas L E. G K. y por la meſma regla ſe haràn los demas en eſta figura, y en otra qualquiera de las Regulares.

Para formar las medias Lunas, ſe prolongaràn las caras del Balvarte M. y tomando la Capital del Revellin N C. ſe pondrà deſde O. à P. y deſde los centros de los Revellines Y. Q. ſe tiraràn las lineas Y P; P Q. que cortaràn las caras del Balvarte prolongadas en R. S. y la porcion que ay deſde S. y R. haſta el foſſo principal, ſon los flancos de la media Luna, y ſus caras ſon P R. y P S. llamaſe media Luna por aquel Arco que haze el foſſo entre flanco, y flanco, aunque el vulgo llama communmente media Luna tanto à eſta como al Revellin.

La grandeza de ſu foſſo ſerà igual à la del Revellin, y aſſi haziendo con ella deſde el Angulo flanqueado de la media Luna P. un Arco,

co, à discrecion, como se hizo en el Revellin, y de qualquier punto de las caras P R. y P. S. se haràn con la mesma abertura los Arcos T V. y por los extremos de sus circunferencias, y las del Arco descrito desde P. se tiraràn las lineas VX. TZ. cortando los fossos del Revellin uniendose con ellos en X Z. quedando assi flanqueadas las caras de la Media luna, de las de los Revellines; lo que no succede en la Medialuna a. por razon de que su fosso corre paralelo à los flancos, quedando las caras sin defensa y seguros los Enemigos quando esten dentro de su fosso, y ya por esta razon como porque la que acabamos de construyr, es menester para flanquearla, que quede tan gran fosso por el frente de las caras de los Balvartes.

Se tiene por mas acertado hazer, en lugar de las medias Lunas, contraguardias; cuya regla es la siguiente.

Sea la contraguardia que se quiere construyr b c d. y para ella se tomarà el tercio de la media gola de un Balvarte, y queriendola mas capaz, los dos quintos y con dicha abertura de qualquier punto del Arce de el fosso, se descriviràn los Arcos e f. g h. como se haze para la Estrada encubierta, y por los extremos de dichos Arcos se tiraràn las lineas e f. g h. que se cortaràn en c. y los fossos do los Revellines en

b d.

b.d. quedando formada la dicha Contraguardia b c d.

Para su fosso se abrirà el compas de la grandeza de el del Revellin (porque este es general para toda Fortificacion exterior) y còn ella del Angulo flanqueado c. se harà el Arco i. y de qualquier punto de las caras de la Contraguardia, los Arcos K. l. y por los extremos de sus circunferencias, y las del Arco i. se tiraràn lineas que cortaràn los fossos de los Revellines colaterales en n. m. comunicandose en estos puntos los fossos quedando sin cerrar las aberturas b m; d n. paraque por ellas reciban defensa las Caras de la Contraguardia, de las de los Revellines.

A todas estas figuras se les echa su Estrada encubierta y Esplanada con las medidas, y en el modo que se à enseñado.

Tiene la Contraguardia ventaja à la media Luna demas de lo dicho arriba, en que cubre las Caras de los Balvartes, y caso que el Enemigo se apodere de ellas, queda descubierto de los Revellines, y flancos de los Balvartes colaterales: quien quisiere saber las medidas de cada una de las partes destas obras, haga la Escala de un lado del Poligon, como se dixo en la construcion de las figuras, y midalas, por ella.

PRO-

## PROPOSICION VIII.

### *De los Hornabeques senzillos.*

SEa el Hornabeque que se quiere formar A. *Figura 2. Estampa 4.* prolonguense à discrecion los flancos B C. y sobre ellos se marcarà la grandeza del Poligon interior, que serà de B. à E. y de C. à D. que seràn las Alas, ò Lados del Hornabeque que se terminaràn en el arce del fosso principal, como muestran las lineas de negro, tirese aora E D. dicha linea de la frente, de la cabeça, ò poligon exterior del Hornabeque, que se dividirà en tres partes iguales, y de la grandeza de una se haràn las capitales E F. D G. y tirando el Poligon interior G F. se dividirà en quatro partes iguales, dando una à la media gola G H. y otra à F I. y en los puntos H. I. se levantaràn perpendiculares à *discrecion* para los flancos, y puesta la Regla en los puntos H. E. y D. I. se tiraràn las lineas de la defensa, que terminaràn los flancos, y Caras de los medios Balvartes en los terminos K. L. quedando assi formado el Hornabeque A. dicho de Alas ò lados paralelos, por ser paralelo el lado B E. al lado C D.

Hagase su fosso de la mitad de el principal, de

de forma que sea paralelo à las Alas, haziendo sobre ellas Arcos, y para el frente se tiraràn como al fosso principal de la Plaça, que es de los Arcos hechos de los Angulos flanqeados à los de la Espalda.

Si el Hornabeque à de ser de Cola de Golondrina como B. despues de haver prolongado los flancos de la grandeza de un Poligon segun son A C. D E. y tirado el Poligon exterior E C. se bajaràn al medio de la Cortina F. las lineas C F. E F. terminandose en el fosso principal, y estas seràn las alas del Hornabeque, sobre que se marcaràn las Capitales E G. C H. que cada una sea de la tercia parte de E C. Hecho esto se tirarà el Poligon interior G H. y dividiendolo en quatro partes iguales se darà una à cada media gola H I. G K. y levantando de los puntos I. K. perpendiculares à discrecion se tiraràn las lineas de la defensa K C. I E. que como antes terminaràn flancos, y Caras de los dos medios Balvartes. Su fosso se harà como en el antecedente por el frente y paralelo à sus Alas.

El tercero genero de Hornabeques senzillos es el de contra cola C. cuya construcion comprendidas las antecedentes, es facil, y se executa assi.

Prolonguense los flancos D. E. de la grandeza de un Poligon, y dividida la linea de la fren-

frente G F. en tres partes iguales, y tiradas las Alas F A. G B. à la mitad de las Caras de los Balvartes (terminandose las dichas Alas en el fosso principal) se marcaràn sobre ellas las Capitales F K. G H. de una dicha tercia parte cada una, y se tirarà el Poligon interior K H. y de su quarta parte se haràn las medias golas H I. K L. y despues de levantadas las perpendiculares para los flancos de los puntos L. I. se dividirà la Cortina en tres partes iguales, y dejando la una L O. I X. por segundo fuego, se tiraràn las lineas de la defensa G O. X F. que terminaràn los flancos, y Caras de los medios Balvartes, quedando formado el Hornabeque C. El fosso se harà como en los Passados.

De los Hornabeques senzillos es este el mejor por ser mas capaz, cubrir mejor la Plaça, y estar mas bien flanqueado. El de Cola de Golondrina (dicho assi por que echada la Estrada encubierta, y Esplanada, representa esta figura) no queda con los Angulos flanqueados dentro de maxima, por ser extremamente agudos, mas enseñase paraque se sepa que las Alas de todo Hornabeque se han de imaginar movibles en el Angulo flanqueado, de forma que se puedan guiar à la parte que se quisiere de la Plaça.

## PROPOSICION IX.

### *De los Hornabeques dobles.*

PAra hazer un Hornabeque doble delante de la Cortina como D. *de la Fig. 2. Estampa 4.* se tomarà sobre el semediametro prolongado por medio de la Cortina, Poligon y medio, que serà de P. à Q. y ajustado el compas del Angulo de la Contraescarpa C. à Q. se descrivirà la Porcion de Circulo A Q B. à discrecion, y con la abertura Z Z. que es una Cortina con la mitad de una media gola, se haràn desde Q. sobre la circunferencia los puntos A B. para de ellos tirar los Poligones exteriores A Q. Q B. y de los Angulos flanqueantes las Alas B Z. A V. Esto concluydo se dividirà el Poligon exterior A Q. en tres partes iguales para dar una à las Capitales A S. Q T. B N. y tirados los Poligones interiores S T. N T. se haràn las medias golas S L. N I. de la quarta parte del dicho Poligon A Q. y las medias golas del Balvarte entero, T X. T R. de la quinta parte del Poligon interior S T. ahora se levantaràn de los puntos L. R. X. I. perpendiculares à discrecion para los flancos; y para tirar las lineas de la defensa se dividiràn las Cortinas L R. I X. en tres partes iguales, y de-

dejando una por ſegundo fuego, por una y otra parte, ſe tiraràn las lineas de la defenſa GQ. HQ. y AM. BE. que terminaràn las Caras y flancos del Hornabeque doble D. Cuyo foſſo ſe tirarà por las Alas y frente como ſe hà enſeñado.

Si el Hornabeque doble à de ſer delante del Angulo flanqueado de un Balvarte, ſe prolongarà un ſemidiametro de la *Figura 3. Eſtampa 4.* à la Campaña, y deſde el angulo flanqueado A. ſe marcarà el lado de un Poligon, que ſerà deſde el Angulo A. à B. y con qualquiera abertura del compas deſde el punto, ò extremo B. ſe deſcrivirà el Arco D C. tan grande como ſe quiſiere, y con la meſma abertura que ſe hiziere dicho Arco, pueſto el compas en la interſecacion E. ſe marcaràn ſobre ſu circunferencia los puntos D C. y por ellos ſe tiraràn las lineas indeterminadas B D. B C. y haviendo dividido el Poligon AB. en quatro partes iguales, ſe tomaràn las tres AF. para los Poligones exteriores B G. B H. y de los terminos G H. ſe tiraràn las Alas. H I. G K. à la mitad de las Caras del Balvarte A. Para las Capitales de los medios Balvartes G L. H M. ſe tomarà la media gola de un Balvarte de la Plaça, y para la del Balvarte entero, la quarta parte del Poligon como B P. y tirando los Poligones interiores L F. M F. ſe dividirà el Poligon exterior G B. en

cinco partes iguales para dar una à cada media gola LX. MZ; y el Poligon interior L F. en otras cinco para las medias golas F O. FS. y despues de levantadas las perpendiculares para los flancos en los terminos X. O. S.Z. se tiraràn las lineas de la defensa B X. B Z. H S. y GO. de los Angulos flanqueantes : estas terminaràn las Caras, y flancos del Hornabeque propuesto, cuyos fossos se haràn al ordinario.

A todos estos Hornabeques se supone que se les hà de echar su Estrada encubierta, y Esplanada ; y son muy à proposito, para ocupar algun terreno eminente que domine la Plaça, ò sea parte atacable, y para encerrar dentro de ellos un Arrabal, ò otra cosa que no se quiera dejar expuesta al insulto del Enemigo.

## PROPOSICION X.

### *Construcion de las Ciudadelas.*

CIudadela es un fuerte de quatro, cinco, ò mas Balvartes, que se haze en el recinto de una Plaça, y dicese Ciudadela al respecto de la Ciudad;

Sea la Ciudadela A. *de la Estampa 5.* laqual tiene aqui de lado, los tres quartos de el Poligon interior de la Plaça, y oponiendo uno de

de ſus lados à la Villa que tenga la dicha grandeza ſe cerrarà el Pentagono por los grados del Angulo de los Poligones, formando los Balvartes por la conſtrucion que tiene eſta figura; La diſtancia que de la Ciudadela hà de haver à las caſas de la Villa, es de 600. à 1000. pies, ſirviendo eſte eſpacio de Plaça de Armas.

Para comunicar la Ciudadela con las murallas de la Villa, ſe prolongaràn las Caras de los Balvartes B C. D E. haſta F. G. y de eſtos puntos ſe guiarà la muralla G H. F I. terminandola en el foſſo de la Ciudadela, como en los puntos H. I. y eſto hà de ſer de modo que los dichos lienços de muralla queden defendidos de algun lugar de la Ciudadela, como eſtos lo eſtàn de las Caras K. L. para loqual ſerà meneſter tal vez dar tales bueltas con ellos que ſea preciſo hazer nuevos Balvartes, ò otras obras, y en concluſion ſe hà de obſervar la Maxima que dize que no aya parte de la fortificacion que no eſtè defendida, y viſta de otra.

A eſtos lienços ſe les tiraràn ſus foſſos paralelos haſta comunicarlos con el de la Ciudadela, y paraque eſta no tenga delante de ſi embaraço alguno entre ella y la Plaça, ſe derribarà todo lo que hay deſde el punto E. haſta el punto C. que ſe mueſtra marcado de puntos, con cuyas ruinas ſe cegaràn ſus foſſos,

quedando assi franca, la entrada de la Ciudadela à la Villa; y en el libro segundo se discurre sobre el fin que se tiene en colocar dichas Ciudadelas, de que ay muchas muy afamadas; las de Juliers, Capoa, Avredegracia, Cambray, y Gante, son de quatro Balvartes; las de Parma, Turin, Amberes, Lila, y Tornay, son de cinco; y las de Cassal de Monferat, y Milan son de seis; y la de Manhin en el Palatinado del Rhin, es de siete, pero estas ultimas merecen mas presto titulo de Ciudades, que de Ciudadelas.

## PROPOSICION XI.

*Construir qualquier Plaça regular valiendose de los grados que comprehende el Angulo de sus Poligones.*

PAra esto es muy necessario estar en la inteligencia de que cosa sean grados, que à los que lo ignoran les haze tanta armonia que creen es materia que necessita de grande especulacion para comprehenderse, lo que no es assi, como parece por la siguiente doctrina.

Todo Circulo por grande, ò pequeño que sea se considera dividido en 360. partes, y la diferencia que avrà de un Circulo que sea de la gran-

de-

deza de un patacon, al que fuere tan grande que comprehenda una Ciudad, es que cada parte deste serà mucho mayor que la de el otro; entendido esto, digo que como en Castellano dezimos à las dichas divisiones, partes, los Mathematicos las llaman grados, siguese de esto que todo Circulo se hà de imaginar dividido en 360. grados, y tirando de cada uno, una linea de la circunferencia al centro del Circulo, se formaran 360. Angulos, que qualquiera serà de un grado. Exemplo, en el Circulo A B C. *fig. 1. Estampa 6.* que por los Diametros A C. B D. està dividido en quatro partes iguales, y comprehendiendo todo el Circulo 360. grados, cada quarta parte tendrà 90. y de tanto se dirà que es el Angulo A E D. formado de los semidiametros A E. D E. y porque uno de los 360. supongo que es D F. el Angulo D E F. serà de un grado, y el Angulo D E G. de cinco, y el restante à 90. que es el Angulo A E G. tendrà 85. y assi todo lo demas del Circulo. Con que diremos que el Angulo A E D. de 90. grados es recto, formado de dos lineas, que una cae perpendicular sobre otra, comprehendiendo la quarta parte de un Circulo, pero el Angulo que no llega à tener los 90. grados por qualquier cosa que le falte se dize agudo; como el Angulo D E G. ò bien A E G. mas el que passa la mas minima cosa de los 90. llaman ob-

tuso, tal serà el Angulo G E B. Con esta noticia se llegarà à comprehender en que consiste la fuerça del Angulo flanqueado de un Balvarte, siendo mas, ò menos agudo, recto, ò obtuso.

Porque si el tal Angulo fuera de 30. grados como lo es H E D. se conoce à la clara su poca capacidad, y resistencia que hiziera à la Artilleria, y aunque el Angulo A E H. que es de 60. no es de mucha resistencia, todavia, ya se admite por Angulo flanqueado; y mucho mejor el Angulo A E G. siendo el mas perfecto el recto A E D. porque el obtuso B E G. muestra mucho sus Caras à la Campaña, y enfin tiene los inconvenientes que se declararàn en el segundo libro.

Pretendiendo medir los grados de qualquier Angulo se tomarà un semicirculo como A B C. *de la fig. 2. Estampa 6.* echo de bronze, talco, madera, ò carton, &c. dividido en 180. grados que es la mitad del Circulo, y cada grado por mitad, y suponiendo que se quiere medir el Angulo E D F. se ajustarà el centro del semicirculo al punto D. donde concurren las lineas que forman dicho Angulo, y el semidiametro del Instrumento D C. de suerte que cayga perfectamente sobre la linea D F. y contando despues los grados que ay desde C. hasta G. que es donde el semicirculo corta la linea D E. se hal-

larà que son 20. y de tantos grados se dirà que es el Angulo EDF. lo mesmo se consiguirà si teniendo el centro del Instrumento en el punto D. se ajustasse su semidiametro BD. sobre la linea DE. contando despues los grados que ay desde G. hasta la linea DF.

*Si* la proposicion fuesse la de formar un Angulo de cierta cantidad de grados como de 40. dada una linea, y un punto en ella, se harà assi; sea la linea D F. y el punto D. pongase como se ha dicho, el centro del instrumento en el punto *D. y* su semidiametro DC. ajustado sobre *la linea D F. y* contando desde C. 40. grados se harà donde se terminaren que serà en H. un punto, y tirando la linea D H. se havrà formado el Angulo FDH. de los 40. grados pedidos, y assi se harà para todos los demas.

Por esta doctrina se conocen, forman, y miden todos los Angulos rectilineos ò formados de dos lineas rectas conque se vendrà en conocimiento de los grados del Angulo del Centro, Poligones, y flanqueado &c. de todas las figuras, y el que supiere algo de quenta alcançarà por ella, en las regulares su Angulo del Centro, y de los Poligones, partiendo, si la figura es de quatro lados, los 360. grados del circulo por quatro, y el cociente 90. seràn los grados del Angulo del centro del quadrado, que restados de 180. por regla general, que son dos Angulos rectos, re-

restan 90. por los grados del Angulo de los Poligones, de modo que el Angulo del centro del quadrado serà recto; por caer un semidiametro sobre otro perpendicular, y lo mesmo el de los Poligones, porque cada uno cae tambien perpendicular sobre el otro. Si la figura es Pentagonal se dividiràn los 360. grados por cinco, y el cociente 72. seràn los grados que le pertenecen à cada Angulo del centro, que restado de los 180. restan 108. por los grados del Angulo de los Poligones, y siguiendo esto mesmo, se hallarà que en las demas figuras tiene el Angulo del centro del Exagono 60. grados que es la sesta parte del circulo, y el de los Poligones 120. El del centro del Eptagono 51. grados, y $\frac{3}{7}$ de otro. Y queriendo saber los minutos que hazen los $\frac{3}{7}$ se multiplicaràn los minutos, ò partes de un grado, que son 60. por los 3. nominador de los $\frac{3}{7}$ y el producto 180. se partirà por el denominador 7. y saldrà al cociente 25. minutos, y sobran $\frac{5}{7}$ y multiplicando 60. segundos que tiene un minuto por los 5. y partiendo por los 7. salen 42. segundos, y sobran $\frac{6}{7}$ que por el mesmo orden se reduciràn à tercios, quartos, &c. (que todo es cosa de poco valor) restense los 51 $\frac{3}{7}$ de 180. restan 128$\frac{4}{7}$ reduzcase $\frac{4}{7}$ à minutos (si se quisiere como se hà dicho arriba) y tanto es el valor del Angulo de

de sus Poligones. Esto es bastante para la in ligencia de los demas.

## Proposicion XII.

*Construyr el Pentagono valiendose del gulo de los Poligones.*

DEjamos declarado que el Angulo de Poligones del Pentagono es de 108. g dos, y siendo propuesto construyr esta fig por el dicho Angulo, sobre un lado dado mo AB. *Figura 3. Estampa 6.* se formarà uno de sus extremos, y sea en B. el Ang ABC. de 108. grados, lo que se harà co semicirculo, ò por uno de los modos que uso del compas del libro quinto doy para e y haziendo la linea BD. igual al lado dado se formarà en el punto D. otro Angulo de mesmos grados, como EDB. haziendo I iguàl al dicho lado AB. y del mesmo mod formaràn los Angulos en F. y en G. vinie el ultimo lado GA. à concurrir en el pu A. Tambien se puede faltando solo dos la tomar la abertura AB. y de los termi A.F. hazer una intersecacion, ò crucer G. tirando despues las lineas FG. GA. de un modo, ò de otro quedarà cerrad figura; pero es menester obrar con toda j

ficacion en la formacion de los Angulos, y igualdad de los lados. Si la figura hà de ser un Quadrado, Exagono, ò Eptagono, &c. se les daràn à los Angulos de sus Poligones, los grados que le pertenecen à cada uno, segun fuere la figura, y se conseguirà lo que se desea.

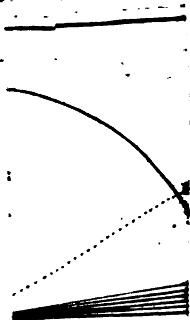
## PROPOSICION XIII.

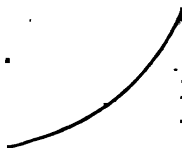
### *De los Fuertes de Campaña.*

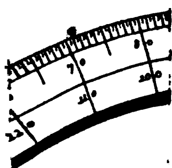
FUertes de Campaña son aquellos que las lineas de la defensa no llegan à 600. pies. Hazense de varias formas, y medidas segun para lo que huvieren de servir, porque para guardar un passage en la Campaña, ò junto à una Ribera, ò otra qualquiera parte, haviendo de permanezer en aquel puesto, se les dan diferentes medidas que à los que se hazen en la linea de Circunvalacion, ò cerca de ella durante un sitio, como se dirà despues.

Començando del triangulo, se hà de advertir que es una figura que no se fortifica, si no en caso de necessidad (pidiendolo assi el terreno) por razon de que sus Angulos flanqueados son muy agudos, no obstante son comodos para guarnecer la linea de circunvalacion. Sea pues el triangulo A B C. *de la pri-*

*mera*










ocopio de Albor

*mera Figura Estampa 7.* dividase un Poligon A C. en cinco partes iguales, y dese una à la media gola A D. y otra à E C. y su mitad à los flancos D F. E G. y tirense las lineas de la defensa, como en el Quadrado, y Pentagono, y se habrà fortificado el triangulo A B C. el qual queda con los Angulos flanqueados muy agudos, y aunque se quieran dar diferentes medias golas y flancos, no se remediarà cosa, por ser esta forma la mejor que se hà hallado para fortificarlo.

Tambien se fortifica con medios Balvartes, dividiendo un lado en tres partes iguales como A B. *de la figura 2.* y prolongando el lado C A. se darà una tercia parte à la Capital A D. y otra à la media gola A E. y levantando en el punto E. la perpendicular E F. à discrecion, se tirarà la linea de la defensa del punto de la Capital D. al Angulo de los Poligones B. que terminarà el flanco E F. y la Cara F D. y haziendo lo mesmo sobre los lados B C. C A. se acabarà de cerrar el triangulo con medios Balvartes.

Otros los fortifican con Angulos entrantes en los Balvartes, y algunos con Balvartes en medio de los lados, y no delante de los Angulos de los Poligones, y en conclusion se fortifica el Triangulo de muchos modos, sin que ninguno sea capaz de defenderse por si mesmo.

Si

Si el Fuerte hubiere de ser de quatro Balvartes, ya se hà dado la regla, porque aunque el Poligon sea grande, ò pequeño, siempre se hàn de dar à los flancos y medias golas las partes referidas en cada figura.

Assi mesmo se hazen Fuertes de quatro medios Balvartes, como se dijo del Triangulo. En esta forma sea el quadrado A B. D C. *fig. 3.* dividase el lado A B. en quatro partes iguales, y dese una à la media gola H B. y otra à la Capital B G. y sus dos tercios al flanco H E. y por los puntos G E. se tirarà la linea de la defensa hasta terminarla en la cortina en F. hagase lo mesmo sobre los otros lados, y se abrà concluido el intento.

Sueleſe hazer en la linea de circunvalacion un Hornabeque de lados paralelos, que tambien es à proposito para colocarlo delante de un Puente, ò Avenida de un Camino, y assi despues de levantadas las Alas A B. H G. *fig. 4.* de la grandeza que se hallare convenir (no siendo mayor que el tiro del mosquete) se tirarà la linea de la frente B G. paralela à A H. y acabese de formar el dicho Hornabeque por la Regla que para ello se diò en su lugar. Si esta figura se hiziere delante de un Puente, ò en otra parte que no tenga quien defienda las Alas A B. H G. serà fuerza hazerle flancos sobre dichas Alas, loqual se consiguirà haziendo

la

la media gola A I. de la mitad de una med
gola del Hornabequo, y el flanco I K. de
mitad de uno de los flancos. Passese despu
la media gola AI. de I. à L. y por los punt
L K. se tirarà la linea de la defensa à discrecio
y prolongando el lado A H. cortarà la dic
linea en M. formando el medio Balvarte A
M K. y haziendo lo mesmo sobre el lado H (
se construirà el medio Balvarte H.

Si el Hornabeque estuviere en la circunv
lacion no necessita de dichos medios Balvart
porque la mesma linea defenderà las Alas, pe
si estubiere en Campaña rasa, en tal caso
deve cerrar por las Espaldas, ademas de haz
los medios Balvartes A. B. iguales à los del Ho
nabeque de la *fig. 5.* y para cerrarle se levanta
en la mediania D. la perpendicular D E, igu
à una de las medias golas, y de la mesi
grandeza se haràn las medias golas D F. D
y tirando las Caras E F, E G. se tendrà cerr
la figura.

Demas de los Fuertes nombrados se suelen
zer otros en forma de Estrella, y queriendo ha
una Exagonal se descrivirà un triangulo equila
ro que es de tres lados iguales, como A B C. d
*figura 6.* y se dividirà un lado A B. en tres pa
iguales, y con la abertura de la una se harà la
dia gola F D. y observando la mesma abertur
formarà de los dichos puntos F, D. el Cruzero

tirense las lineas E D. E F. que formaràn el Rayo F E D. lo mesmo se harà sobre los otros dos lados y se acabarà la Estrella propuesta de seis Rayos.

Si la Estrella hà de ser Pentagonal, se descrivirà el Pentagono A B G P F. de la *figura 7.* y dividiendo uno de sus lados A B. en dos partes iguales en el punto D. se levantarà del mesmo punto la perpendicular D E. igual à la mitad de B D. tirense los flancos B E. A E. y hagase esto mesmo por los demas lados, y se tendrà formada la Estrella Pentagonal.

Hazense otras figuras que llaman tenazas, estas son dobles, ò senzillas, y para estas ultimas se levantaràn à la distancia una de otra de 100. à 300. ò mas pies las perpendiculares A B. C D. *figura* 8. de la grandeza que se quisiere, y tirando la linea de la frente B D. se dividirà en quatro partes iguales, y se marcarà la una desde E. à F. sobre la linea que del punto de en medio E. se le levantare perpendicular, tirense las lineas F B. F D. que seràn las Caras de la tenaza simple; laqual si se quisiere que sea doble no havrà que hazer otra cosa, que dividir las Caras por mitad en los puntos G. H. para dar una à las medias golas G F. H F. y su mitad à la Capital K E. y tirando las lineas G K. H K. quedarà formada la tenaza doble B H K G D.

Otros muchos Fuertes de Campaña se pueden


B
Fig.a 2


Fig.c
F

den formar, pero jusgando ser suficientes los referidos para poder hazer por ellos los que se ofrecieren, escusarè las demas figuras; y solo advertirè como sobre un Dique, ò parajes cerca de las entradas de las Villas, ò en una Eminencia para descubrir, se hazen unos Redutos, ò Atalayas quadradas sin mas labor que las quatro murallas de 20., 25., ò 30. pies en quadro dejando la cara que mira à la Villa senzilla, y no à prueba de Cañon, porque tomada del Enemigo no haga oposicion desde ella à la Villa.

Si el fuerte de Campaña se haze en parajes que haya de estar estable, se le daràn de 400. à 500. pies, (y mas si es necessario) de Poligon, y las medidas, y anchuras de fosso y murallas, que en el segundo libro se dirà han de tener los Revellines.

Si el fuerte se haze en la linea de circunvalacion tendrà de lado de 100. à 300. pies, y el fosso de 12. à 14. de ancho, con un parapeto del mesmo anchor, y su altura de seis pies, no olvidando la banqueta de uno de alto, y tres de ancho, ni de dar al fosso de siete à 9. pies de profundo.

En las Avenidas se suelen hazer fuertes durante un sitio; Estos pueden tener 300. pies de Poligon, ò mas si fuere necessario, dandoles las medidas al fosso, y murallas de dichos Revellines.

En los Ataques se hazen unos Redutos quadrados para Plaças de Armas, à los quales se les dà de 60. à 80. pies de lado, unos son levantados sobre el orizonte de 6. à 8. pies, y otros enterrados como los Ataques, donde se dirà su construcion, y con esto quedan referidas las medidas mas ordinarias de los fuertes de Campaña.

## PROPOSICION XIV.

*Muestra delinear sobre el Terreno con las cuerdas todo lo que se hà enseñado en el papel.*

AUnque todo lo que se hà enseñado hasta aora ha sido sobre el papel, no obstante si el curioso lo tiene bien comprehendido, no le hà de hazer novedad executar las mesmas reglas sobre el terreno, valiendose de las cuerdas, y estacas; porque con una estaca y cuerda se puede hazer lo mesmo que con el compas, y con esta suposicion, que despues demostrarè, no serà dificil reducir à practica la theorica.

Lo primero que se deve hazer es el designio de la Plaça sobre el papel, con su Escala, como he dicho, y haviendo medido por ella todas sus par-

partes, se marcaràn estas sobre las cuerdas y con ellas se yrà à la parte adonde se ha de delinear la Fortificacion. Sea exemplo. Una figura pentagonal, cuyo Poligon ha de ser de 800. pies de Brabante; tomese una cuerda de dicha distancia, y en sus extremos se marcaràn las medias golas, que siendo cada una de la quinta parte del Poligon seràn 160. (quinto de 800.) assi mesmo se marcarà en un extremo la grandeza del flanco, que en su lugar diximos havià de ser la sexta parte del Poligon, y porque el sexto de 800. son $133\frac{1}{3}$ seràn tantos los que se tomaràn para el flanco; y donde se terminaren las medias golas, y el flanco, se ataràn unos hilos fuertemente para que sirvan de marca en la ocasion.

Despues determinado el Poligon, y en el medias golas y flancos se tomarà otra cuerda de la grandeza del diametro, que perteneze al *dicho Pentagono*, teniendo 800. pies de Poligon, que en su lugar diximos ser dicho diametro de 1361. pies, y terminado se dividirà por mitad, y se tendràn dos semidiametros de à $680\frac{1}{2}$ pies cada uno, y con esto se abran ajustado las cuerdas necessarias para delinear el Pentagono, con las quales se conducirà à la parte donde se hubiere de hazer la operacion.

Sin las cuerdas dichas se llevarà otra larga y otras mas pequeñas para prolongar las lineas

necessarias, y un mazo para clavar las estacas. Con esta advertencia, estando ya en Campaña, digo que sea el Pentagono que se ha de formar el *de la primera figura Estampa 8.* donde despues de eligido el Centro A. se clavarà en dicho termino una estaca, en laqual se pondràn los semidiametros (que para esto deven tener unas lazadas hechas en sus extremos, y lo mesmo el Poligon, y demas cuerdas) y notando la parte donde se quieren hazer dos Balvartes, y sea azia B. y C. se tomarà, el semidiametro AC. y en sus extremos se clavarà una estaca, haziendo centro de un Balvarte en C. pongase en dicha estaca un extremo del Poligon B C. el qual se harà metiendo en la estaca la lazada referida, hecho esto se tomaràn los extremos del semidiametro A B. y del Poligon C B. y metiendo en ellos otra estaca se tiraràn igualmente hasta que una y otra esten tirantes, y adonde se ajustaren que serà en B. se clavarà la dicha estaca, y se abrà formado el triangulo A B C. que es uno de los cinco que compone el Pentagono.

Terminado el Poligon B C. se levantaràn sobre el perpendiculares para los flancos de los puntos marcados para las golas, valiendose para esto de la Regla que se dio en el papel, y para mayor inteligencia digo que sean los terminos de las medias golas los puntos G.D. tomese

con

con una cuerda la distancia de la media gola B G. y transfierase de G. à I. que es lo mesmo que se haze en el papel con el Compas, clavese una estaca en el termino I. y con una cuerda de qualquier grandeza desde los terminos B. I. se harà el cruzero L. y poniendo en el extremo G. otra estaca con una cuerda larga à discrecion se prolongarà à la Campaña haziendola passar por el Cruzero L. marquese sobre dicha *linea* el flanco G H. que come dixe arriba deve estar señalado en el Poligon. Lo mesmo se harà para marcar el flanco D E. Para tirar la Capital B K. se meterà una cuerda en la estaca B. y se prolongarà à la Campaña en *linea recta* con el *semidiametro* A B. ò bien se puede *llevar* añadida à dicho semidiametro.

Concluida esta operacion. se levantarà la estaca B. y sin sacar de ella el semidiametro, ni el Poligon, se llevarà azia la parte M. y tirando la dicha estaca con las cuerdas hasta tenerlas ajustadas como se *hizo* antes, se supondrà que se ajustaron en M. y clavandola en dicho termino, se habrà constituido el segundo Triangulo A C M. Hagase sobre el Poligon C M. lo mesmo que se hizo sobre el Poligon B C. y haviendo marcado los flancos se meteràn en las estacas E. N. dos cuerdas que cada una sea de la grandeza que perteneze à las Caras del Balvarte, que aqui son 334. pies, con muy

poca diferencia, y poniendo los otros dos cavos en una estaca se tirarà esta hasta que las cuerdas se ajusten en algun punto, como en F. y se habràn delineado las Caras NF. EF.

Levantese aora la estaca C. y sin sacar de ella el semidiametro ni Poligon quedando fixa la estaca M. se llevara la dicha C. à la parte que las cuerdas vinieren à ajustarse, lo que haràn en el punto T. formando el tercero Triangulo TMA. y para concluir el Balvarte sobre el Angulo de los Poligones M. se guardarà la regla quo en el antecedence; y por este mesmo orden se cerrarà toda la figura, levantando la estaca M. y transfiriendola à P. y despues de P. à B.

Notese que si quando se levantò la estaca B. y se condujo à M. se huviera levantado en su lugar la estaca C. y llevado à P. se huviera conseguido lo mesmo.

Entorno de todo el Poligon se harà un çanjonçillo con palas, y por lo que toca à marcar el fosso por la parte exterior del designio y los terraplenes por la parte interior se harà como se ha enseñado en el papel, y los declivios, ò escarpes, en el segundo libro se daràn sus medidas para ellos.

Pro-

## PROPOSICION XV.

### *Designiar una Plaça por los grados del Angulo del Centro, ò de los Poligones.*

RAras vezes sucederà hallar un terreno tan igual que permita usar de las cuerdas con la facilidad que hemos hecho arriba, y sin esto es mas facil, y lo que comunmente se estila delinear la figura por los Angulos, ya sea por los del centro, ò por los de los Poligones siendo esto ultimo lo mas perfecto, por servir tambien en lo irregular, y para ponerlo en Practica es menester tener un Circulo dividido en 360. grados y medios grados, si es posible, con sus pinulas, ò biseras y saber su manejo (como lo enseño en el libro quinto) y dado caso que el operante estè versado en esta Practica y que tenga calculadas todas las partes de la figura se conduzira al terreno y operarà en este modo.

Supongamos que es el Pentagono que antes delineamos el que se quiere formar, y que à la parte de A. se ha de hazer un Balvarte, y otro azia la de B. *de la 2. fig. Estampa 8.* pues midase de A. à B. la distancia que ha de tener el lado de la figura no con cuerdas si es posible; si no es con unas Cadenillas de Alambre que cada eslabon sea de un pie, medio, ò un quarto (que se

ſe puede llevar, en la faltriquera doblando los eſlabones y haziendo de ellos un manojillo) y ya dijimos que el lado era de 800. pies y tantos ſe darà de A. à B. Plantefe en eſte punto el inſtrumento y una vara derecha algo alta en el termino A. con un papel, pañuelo, ò otra coſa blanca, y ajuſtando à ella la mira por las pinulas del Diametro del inſtrumento ſe contaràn deſde eſte 108. grados, y adonde ſe terminaren ſe encaminarà la regla movible por cuyas pinulas, ſe tirarà la viſual B G. ſirviendo de mira la vara G. y luego ſe tomaràn ſobre la dicha linea 800. pies, ò la cantidad que tuviere A B, y dado que ſe terminaron en G. ſe levantarà el inſtrumento de B. y ſe llevarà al punto G. dexando en el punto B. otra vara para regirſe por ella tomandò con las pinulas del Diametro del inſtrumentò la viſual G B. guiando luego la regla movible azia P, para formar el Angulo P G B. de 108. grados y aſſi haſta cerrar la figura Pentagonal.

Para delinear los Balvartes ſe formaràn con el inſtrumento en los terminos de las medias golas, Angulos rectos, ò de 90. grados para los flancos, y dando à eſtos la grandeza que les toca, ſe formaràn en ſus extremos los Angulos de la Eſpalda de la avertura que les conviniere, y contando ſobre las lineas viſuales los pies que han de tener las caras ſe hallarà que eſtas ſe vendràn à encontrar formando los Angulos

flan-

flanqueados. Para que ſobre las lineas viſuales ſe mida derecho ſe ponen à diverſas diſtancias unas varillas derechas ſiguiendo las dichas lineas, y por ellas ſe mide lo que ſe quiere. La coſa no es tàn dificil ſi ſe tiene bien ideado lo que ſe enſeñò acerca de los Angulos, y mucho menos le serà al que huviere paſſado el libro quinto, por que eſto ya pide hombres profeſos en la Architectura Militar. Lo demas para marcar los Perfiles ya queda notado, y en el ſegundo Libro ſe trata particularmente de las Medidas de cada coſa; como en el tercero, de la Fabrica y Materiales de la Muralla.

## PROPOSICION XVI.

### *De la Fortificacion Irregular.*

ESte tratado es el mas dificil del Libro preſente, porque aunque con las maximas referidas ſe pueden fortificar todas las Plaças, no obſtante como eſto ſea fuera de lo Regular, requiere que ſe dè una y muchas vezes buelta al plano buſcando el modo de aproximar ſu fortificacion à la Regular, teniendo para ello bien impreſas las maximas en la memoria que ellas le guiaràn à uno al meſmo acierto.

Supongamos que ſe hà de fortificar la Villa AB. CD. &c. de la *Fig.3. Eſtampa 8.* laqual tiene ocho An-

Angulos y en ellos dos entrantes B.E. hallase tambien en su recinto un lienzo de muralla de 1640. pies como G T. que es mucha mayor distancia que el tiro del Mosquete que como se ha dicho alcanza 1000. pies de punto en blanco, y aunque todos los Angulos y lineas sean desiguales y necessitan de especulacion para su Fortificacion, todavia los Angulos entrantes, lineas largas y muy cortas causaràn mayor novedad porque aunque à la verdad observando las Maximas Generales se puede fortificar qualquier Angulo y linea; como los Angulos salientes y las lineas dentro del tiro dei Mosquete se aproximan mas à lo Regular que las otras, seràn mas faciles de fortificar estas que aquellas.

Para uno y otro pondremos en la presente figura algunas observaciones, començando con la linea G T. laqual dividida por mitad en H. se tendràn los dos Poligones T H. H G. de 820. pies cada uno, numero incluido dentro del alcance del Mosquete y assi se harà un Balvarte en el termino H. y dos à los extremos.

Para formar el Balvarte plano H. (assi llaman los que se colocan sobre lineas rectas) se dividirà el Poligon G H. ò H T. en cinco partes, y se darà una por uno y otro lado de H. que seràn las medias golas, (no siendo esta regla fixa respecto que la media gola se abre ò cierra se-

ſegun la longitud del Poligon ) adonde ſe levantaràn los flancos K. M. de 120. pies ( y à vezes de 140. ò mas, y tal vez de 100. ò menos ) tireſe de los puntos de los flancos la linea K M. y en ſu mitad N. ſe levantarà la perpendicular N L. igual à N M. ò N K. y del punto de la Capital L. ſe tiraràn las caras L K. L M. quedando el Angulo flanqueado recto, y guardando eſta meſma regla ſe haràn todos los Angulos flanqueados rectos, como el Angulo de los Poligones lo permita.

El Poligon T A. tiene 790. pies; y aunque no es *igual à T H.* no embaraça paraque el Balvarte T. ſea real, dando por flanco y medias golas lo meſmo que al Balvarte H. tirando las lineas de la defenſa deſde los Angulos flanqueantes del Balvarte H. y A. y ſi el Angulo flanqueado quedare obtuſo, ſe harà recto por la regla precedente; y ſi muy agudo ſe hizieran los flancos *mas pequeños*, como lo enſeñan las maximas generales de la Fortificacion.

El lado AB. es de 690. pies que ſon 100. pies menos que los de A.T. diferencia que no quita ſer Regular el Balvarte A. dandole la quinta parte de A B. por media gola, y 120. pies de flanco, y tirando las lineas de la defenſa de los Angulos flanqueantes opueſtos.

El Poligon B C. tiene 760. pies y el Angulo B. es entrante; tomeſe la quinta parte del Po-

Poligon B C. ò 150. pies de la escala, y desde B. se darà una à la media gola B P. sobre el Poligon B C. y otra à B Q. sobre el lado A B. levantese el flanco Q I de 100. pies que sea perpendicular al lado A B. hagase el flanco P S. de la mesma distancia, y perpendicular à B C. tirese de los extremos de los flancos la linea I S. y de su mitad se descrivirà el semicirculo I X S. y sin salir de su circunferencia se tiraràn las caras I X. X S. del punto que se hallare mas conveniente; que de qualquiera que sea siempre el Angulo X. serà recto aunque las caras no sean iguales, cosa que sucederà muchas vezes, y que se puede executar en todo genero de Balvartes; pero quenta que la linea de la defensa no vaya à cortar en alguna parte el flanco opuesto, porque otra tanta defensa se quitarà à la cara del Balvarte que formarà la tal linea. Exemplo en la de puntos a b. que corta la porcion del flanco P a. y tanto le falta de defensa à la cara b d.

El Poligon C D. es de 890. pies, que es mayor cantidad que la de B C. y assi haziendo el Balvarte C. Regular, la Cortina del Balvarte B C. sera mucho mas pequeña que la de C D. cosa que importa poco quando las lineas de la defensa quedan debajo del alcance del Mosquete. La linea D E. es de 700. pies y el Angulo D. agudo, razon porque su Balvarte tiene los flancos mas

pe-

pequeños que otro alguno, porque si se hizieran mayores, no solo fuera el Angulo flanqueado muy agudo pero sus caras muy largas, lo que hiziera que lo fueran tambien *las* lineas de la defensa. Como lo dizen *las* maximas.

El lado E F. tiene 470. pies, y el Angulo E. es entrante y recto, el qual no necessita de fortificacion, porque no se harà mejor que lo que el es en si; pues la Cortina E O. defiende la E Z. y parte de ella toda la cara del Balvarte D. y lo mesmo haze la Cortina E Z. al Balvarte F. el qual si se haze Regular se procurarà que la media *gola* no *sea* grande, porque como E F. no tiene mas que 470. pies, *la* Cortina E O. seria muy pequeña.

El ultimo Poligon F G. es de 520. pies y como el Balvarte F. se ha hecho Regular, se ha tomado sobre el dicho Poligon la distancia à la media gola F O. que no se puede escusar que el Balvarte G. sea disforme (assi se *llamàn los que* tienen *su hechura*) pues de otra manera la Cortina fuera muy corta, lo qual se remedia levantando el flanco G V. en el mesmo punto de los Poligones G. y metiendo toda la gola sobre el lado G H. y si esto causare que la Cortina G H. sea corta, se arrimarà el Balvarte H. azia T. y con esto se havrà fortificado la Villa propuesta.

Despues de hecho el designio de la Plaça se mediràn todos los Angulos, y si se hallare alguno me-

menor de 60. grados, ò obtuso, se remediarà acortando los flancos si fuere agudo, y haziendole recto si fuere obtuso.

Assi mesmo se deve notar si ay alguna Cortina ò linea de la defensa, fuera de la medida que se diò en las Maximas, ò si hay alguna parte que no estè vista y defendida de otra.

Si hay alguna Cortina pequeña se meteràn los flancos azia el Centro de los Poligones haziendo menores medias golas, y al contrario si se hallare alguna linea de la defensa larga, que se remediarà haziendo mayores las medias golas, paraque avanzando el flanco tenga mas alcanze.

Esta Plaça se hà fortificado valiendose de las murallas antiguas, pero queriendo aproximarla à lo regular se tirarà una linea desde D. à F. y otra desde A. à C. dejando por la parte interior los lienços de muralla A B C. y D E F. Esto se entiende quando el terreno lo permite; Comò mas ampliamente se trata esta materia al fin del segundo Libro.

A esta figura se le hàn dado sus medidas valiendose de la escala A B. que es de 2500. pies. El fosso y Estrada encubierta se tiraràn, como se hà enseñado en lo Regular, dando à cada cosa su medida, y el no haverlo puesto en la figura ha sido por no confundirla con tantas lineas.

*Nue-*

Fig.a

## Nuevo Methodo de Fortificacion del Autor.

COmo siempre la Fortificacion se aya hecho à prueva, y defensa de la ofensa, siendo esta aviso y despertador de la otra, respecto que luego que el ingenio humano discurre una nueva invencion contra la Fortificacion, busca esta naturalmente el reparo, y defensa contra ella, procurando en todos casos oponer *la* fuerça à la fuerça; y haviendose al presente augmentado el orden de atacar una Plaça, de tal modo, que no solo los ataques se han reforçado, sino es que en ellos se lleva tanta maquina de pieças, y morteros, que en breve arruinan las defensas, y reparos, se han visto obligados los especulativos en la Architectura Militar, à buscar flancos, que no solo sean capaces de mas Mosqueteria, y Artilleria, que los que hasta aqui se han hecho; mas que queden cubiertos: de modo que no se puedan batir sino es haziendoles baterias opuestas derechamente à los flancos, y no obstante esto, se procura tener en ellos algunas pieças cubiertas, y guardadas, para emplearlas en la brecha, al tiempo que el Enemigo la ocupe; y con este fin se han inventado los flancos en lineas cur-

curvas, haviendo ya fortificado con ellos, sin otras, cinco Plaças Reales, como Mobeuge, en la Provincia de Henaò, Narden en Olanda, Menin, y el Sasso en Flandes, y Besançon en Borgoña, pero en algunas han hecho los flancos, tan excessivamente curvos, que pocos Mosqueteros, pueden tirar à defender la cara opuesta, obstaculo que no se hallarà en los que yo construyo; los quales gozan de las preheminencias referidas, y de la que quiere el Conde de Pagan, que es que el flanco caiga perpendicular, sobre la linea de la defensa (salvo que aqui el Angulo es mixto) y soy de sentir que hasta aora, no se ha inventado Fortificacion con tantas ventajas, raçon porque aconsejo, que siendo possible se prefiera à otra qualquiera, hasta tanto que el arte, y el tiempo discurràn otra.

## PROPOSICION XVII.

### *Construcion del quadrado.*

CONsiderando que los aplicados, que se hubieren hecho capaces de todo lo que queda atras, no les harà embaraço no ver toda la figura; no puse aqui mas que un lado de cada una, pues lo mesmo que se hiziere en el, se executarà en los demas y aun algunas figuras, van

van con solo porciones de los Semidiametros, dejando al discurso de los curiosos que los imaginen yr à concurrir al centro, como tambien la Figura acabada.

Sea el lado del Quadrado A B. *de la primera Figura Estampa 9.*, que se dividirà en cinco partes iguales, para dar una à la media gola A C. y otra à B D. y en los puntos C. D. se formaràn con el Semicirculo, los angulos D C E. y C D F. de 110. grados cada uno, prolongando las lineas C E. y D F. à discrecion. Hecho esto se dividirà una media gola como A C. en quatro partes iguales, y la quarta parte A G. en otras quatro; y tomando la abertura de los tres quartos de la media gola, juntamente con un quarto de la quarta parte A G. se marcaràn con dicha abertura los flancos rectos C E. y D F. y por los puntos E, D. C, F se tiraràn las lineas de la defensa H D. C I. prolongandolas hasta cortar los semidiametros en P. Q.

Aora se dividirà un flanco, y sea D F. en cinco partes iguales, y las dos F K. se pondràn sobre las caras desde I. à M. y desde H. à N. y por los puntos N. K. se tirarà la linea N S. llamada entrante, y haziendo E T. igual à F K. se tirarà por T. la entrante M L. Esto executado se transferirà la distancia A P. de P. à R. y se tirarà la linea C R. llamada oculta,

y dividiendo despues un quinto del flanco, y sea D V. en quatro partes iguales, se pondrà la una sobre la linea entrante desde T. à X. y a esta distancia llaman termino de orejon; los otros tres quartos que quedaron del quinto del flanco D V. se pondràn desde X. à Z. y dicese à esta distancia ondidura, despues se marcarà sobre la linea oculta el quinto D V. y mas su mitad, que serà desde C. à O. y abriendo el compas de la magnitud del flanco recto E C. se harà con dicha abertura, de los puntos Z. O. la intersecacion, ò Crucero, a. y de estè punto observando la mesma abertura, se descrivirà el Arco O Z. y la distancia del Arco b Z. serà el flanco curvo, la porcion de la linea de la defensa b C. se llama linea retirada. Para formar el orejon, se dividiràn los dos quintos del flanco T E. en tres partes iguales, y con las dos, de los terminos E. X. se harà la intersecacion d. y de este punto con la mesma abertura, se descrivirà el Arco E X. que es el orejon que deja cubierto el flanco curvo de toda la Campaña exepto de la Contraescarpa opuesta, el otro flanco se acabarà por la mesma orden, y assi toda la figura; y adelante se tratarà del parapeto, y del lugar que ocupan las pieças cubiertas, el fosso se tirarà al ordinario, haziendo un arco de los Angulos flanqueados, con la abertura de la mitad de la media go-

la,

la, y mas tres quartos de la quarta parte A G. y de los extremos de estos arcos se tiraràn lineas à los Angulos de la espalda.

Si se hubieren de colocar Revellines, se tomarà la mitad de la linea de la defensa H D. y de los Angulos de la espalda E.F. se harà la intersecacion e. y de este punto à los angulos de la espalda se pondrà la regla para tirar las caras del Revellin.

Si el lado del Poligon A B. se divide en ocho partes, cada una serà 100. pies, como tengo dicho atràs, y formando una escala de 1000. pies se hallarà por ella, que la linea de la defensa, tiene 856. pies y $\frac{7}{10}$ la cara del Balvarte 318 $\frac{2}{5}$, la media gola 160. el flanco recto C E. 130. y el curbo 90. el grueso del Orejon T E. 52. la Cortina 480. la linea retirada 40. la Capital 275. el semidiametro, 565. y $\frac{2}{3}$ el termino del Orejon 6. $\frac{1}{2}$ la ondidura 19. $\frac{1}{2}$ el fosso 110. y el medio Angulo flanqueado serà de 31. grados y 53. minutos y todo el de 63. grados y 46. minutos.

## PROPOSICION XVIII.

### *Construcion del Quadrado con Plaças bajas.*

EN este genero de fortificacion, son de mayor utilidad y provecho, las Plaças bajas, ò Casamatas, que en los Balvartes construidos con flancos rectos. Y en esta consideracion jusguè ser mas acertado, enseñarlas aqui, que en el otro genero de fortificacion, no porque en el no sean tambien muy buenas, si no porque pudiendo, se hagan en la forma siguiente.

Dividase la linea AB. *fig. 2. Estampa 9.* (que supongo ser el lado del quadrado) en cinco partes iguales, y dese una à la media gola AC. y otra à BD. y en los terminos C. D. se formaràn los Angulos EDC. y FCD. de 100. grados cada uno; terminando despues los flancos CF. DE. con los tres quartos de la media gola; y tirando por los terminos F. E. las rasantes HD. y MC. se prolongaràn hasta cortar los semidiametros en K. y en I. Dividase el flanco en cinco partes iguales, como en el antecedente, y dense dos quintos à MQ. y otros dos à HP. y por los dos quintos de los flancos

R.S.

R S. ſe tiraràn las lineas entrantes QR. PS. prolongandolas haſta las Capitales; dividaſe deſpues un quinto del flanco en quatro partes iguales, y marquenſe tres de R. à T. y dos de C. à Z. y con la abertura de todo el flanco, de los puntos T. Z. ſe harà la interſecacion L. de cuyo punto obſervando la meſma abertura, ſe deſcrivirà el arco T Z. que ſerà el flanco bajo.

Dividaſe como en la precedente figura, la media gola A C. en quatro partes iguales, y una de ellas A V. en otras quatro, y un quarto de toda *la* media gola, juntamente con un quarto de A V. *ſe* marcaràn deſde T. à X. y de Z. à O. y pueſto *el* pie *del* Compas en *la* interſecacion L. y ajuſtado à O. *ſe* deſcrivirà el arco O X. que ſerà el flanco alto, ò interior.

Para el Orejon ſe repartiràn los dos quintos del flanco F R. en tres partes iguales, y con las dos, de los terminos R. F. ſe formarà el crucero N. para deſcrivir de eſte punto, y con la meſma abertura el arco F R. que ſerà el Orejon. Por eſta Regla y con la meſma orden, ſe acabarà el otro flanco con ſu Caſamata, como tambien toda la Plaça. Y adelante darè mas declaracion ſobre las Caſamatas.

El Foſſo ſe harà de la grandeza que en la antecedente, ò de 100. pies, y lo meſmo en las demas figuras. Y ſi ſe hubiere de hazer Revellin, ſe tomarà la abertura, del Angulo flanqueado

H. al flanqueante C. y con ella, de los Angulos de la Espalda se harà un crucero, del qual tirando lineas à dichos Angulos formaràn el Revellin.

Si de el lado del Poligon (que como en todas mis figuras se supone de 800. pies) se haze una Escala de mil, se notarà con ella, que la linea de la defensa tiene 860. pies y $\frac{4}{5}$ la cara del Balvarte 346. el flanco recto 120. el curvo bajo ò exterior 90. el alto ò interior 94. la anchura de la Casamata T X. 50. advirtiendò que los 20. son para el Parapeto del flanco bajo, y los 30. restantes, para la capacidad de la Plaça baja ò Casamata, laqual hà de tener la puerta, en la parte de la linea retirada, de la Plaça baja, proxima al Angulo O. la media gola 160. la Cortina 480. la Capital 279 $\frac{9}{10}$ el grueso del Orejon 48. la linea retirada extèrior Z C. 12. la ondidura 18. y el Angulo flanqueado queda todo de 63. grados y 26. minutos.

## PROPOSICION XIX.

### *Construcion del Pentagono.*

SEa el lado del Pentagono B C. *de la 1. fig. Estampa 10.* dividase en cinco partes iguales, y una de ellas C A. en quatro, y una quarta parte

parte como C E. en otras 4. y añadiendo, una de estas à la quinta parte del Poligon, se tendràn las medias golas C F. B G. y en los terminos G. F. se formaràn los Angulos H G F. y I F G. de 105. grados cada uno haziendo los flancos G H. F I. iguales, à la quinta parte del Poligon, y por los puntos H. I. se tiraràn las lineas de la defensa K F. M G. hasta cortar los semidiametros, como haze M G. en N. para transferir la distancia B N. de N. à P. y tirar la linea oculta G P. haziendo lo mesmo en el otro lado. Dividase, como en las passadas, un flanco en cinco partes iguales, y dense dos de M. à Q. y de K. à T. para tirar las entrantes T R. y Q V. por los terminos de los dos quintos de los flancos S. X. y dividiendo un quinto del flanco, en quatro partes, se daràn dos, para el termino del Orejon X Z. y tres para la ondidura Z O. marcando despues sobre la oculta, un quinto de dicho flanco que serà de G. à L. y con la abertura del flanco, de los terminos L. O. se harà la intersecacion D. de donde con la mesma abertura se descrivirà el arco L O. y se tendrà el flanco terminando la retirada G a. Para el Orejon se dividirà H X. en 3. partes iguales y con las dos, de los puntos H. Z. se harà el crucero b. y con la mesma abertura, y de dicho punto se descrivirà el arco H Z. que serà el Orejon. Y con las mesmas cir-

cunstancias se concluirà el otro flanco, y toda la figura.

El fosso se harà de su medida, y si ha de haver Revellin se tiraràn lineas de los Angulos de los Poligones, por los de la Espalda hasta que se crucen en la Campaña, que dichas lineas formaràn el Revellin.

Por la Escala se hallarà, que tiene la linea de la defensa 849. pies y $\frac{1}{2}$ la cara del Balvarte, 324$\frac{6}{7}$ el flanco recto, 160. la media gola, 170. la Cortina, 460. la Capital, 309$\frac{2}{10}$ el semidiametro, 680$\frac{1}{2}$ el grueso del orejon, 64. la linea retirada, 35. el termino del orejon 16. la ondidura, 24. el flanco curvo, 110. y el Angulo flanqueado serà de 73. grados, y 44. minutos.

## PROPOSICION XX.

### *Construcion del Pentagono con Plaças bajas.*

PAra el Pentagono con Plaças bajas, se dividirà el Poligon AB. *de la segunda figura Estampa 10.* en cinco partes iguales, y se tomarà una para cada media gola, como AD. BC. y en sus extremos se formaràn los Angulos GDC. HCD, cada uno de 95. grados, dando à los flancos DG. CH. los tres quartos de

la

la média gola, y mas los tres quartos de un quarto; terminádos estos se tiraràn por los puntos H. G. las rasantes IC. ED. de modo que corten los semidiametros.

Esto executado, y dividido el flanco en cinco partes iguales y dadas dos à EP. y otras dos à IQ. se tiraràn las entrantes QV. PS. por los dos quintos del flanco, prolongandolas hasta las Capitales: repartase el quinto del flanco en quatro partes iguales, y dense dos à la ondidura SX. y con la grandeza del flanco, de los puntos X. D. se harà la intersecacion R. de cuyo punto con la mesma abertura se descrivirà el Arco DX. que serà el bajo. Para la distancia de la Plaça baja, se tomarà la cantidad que se dijo en el quadrado, como es un quarto del quinto del Poligon, y mas un quarto del quarto de dicho quinto, y tanto se marcarà desde X. à Z. y del termino R. ajustado el Compas en Z. se descrivirà el Arco ZN. que serà el flanco alto, el qual terminarà la Plaça baja, cortando la retirada en N. El orejon se harà al ordinario, dividiendo SG. en tres partes iguales y hazer de dichos puntos, con las dos, el crucero M. y de este punto, con la mesma abertura se descrivirà el Arco SG. Lo mesmo se executarà en el otro flanco, y en lo restante de la figura.

El fosso se tirarà de su medida, y en el modo

do dicho; y si hà de haver Revellin, se tomarà la abertura del Angulo flanqueado I. al flanqueante D. y con ella de los Angulos de la Espalda se harà una intersecacion, de la qual se tiraràn lineas à dichos Angulos, que ellas terminaràn el Revellin.

Hecha la Escala del lado del Poligon, se hallarà la linea de la defensa de 857. pies. y $\frac{3}{5}$ la cara de Balvarte, de 342. y $\frac{3}{5}$ la Cortina de 480. el flanco recto, de 150. la media gola, de 160. el flanco bajo curvo, de 92. el alto, de 100. la Capital, de 307. y $\frac{3}{5}$ el grueso del orejon, de 60. la ondidura, de 15. el espacio de la Plaça baja, con el parapeto del flanco bajo, de 50. y el Angulo flanqueado del Balvarte, de 74. grados y 16. minutos.

## PROPOSIÇION XXI.

### *Construcion del Exagono.*

SEa el lado del Poligon AB. *de la primera figura Estampa 11.* al qual se le darà por flanco, y media gola, lo mesmo que se diò por media gola al Pentagono sin Plaças bajas; y haziendo el Angulo flanqueante de 100. grados; y tiradas las lineas de la defensa, hasta cortar los semidiametros, como haze la una en C. se transferirà la distancia B C. de C. à D. para

R

para dar la oculta DE. y haviendo dividi
el flanco en cinco partes iguales, y tiradas
entrantes en la forma ordinaria, se dividirà
quinto en quatro partes iguales, y se tomai
dos para el termino del orejon, y tres pàra
ondidura, y otras tres se marcaràn, sobre
oculta de E. à F. y con la abertura del fla
ço, de los terminos F. G. se harà el cruce
H. para descrivir de este punto con la mesi
abertura, el Arco F G. terminandose en la re
rada E I. El orejon se harà en la forma or
naria, y assi toda la figura.

El fosso se harà como en las antecedentes
haviendo de haver Revellin, se constru
como en el Pentagono sin plaças bajas. Y fo
mada la escala del lado del Poligon se tendrà
linea de la defensa, de 829. pies y $\frac{2}{3}$ la Cara
Balvarte, de 312. y $\frac{1}{3}$ la Cortina, de 460. la m
dia gola, de 170. el flanco lo mesmo, la ca
tal de 309. y $\frac{4}{5}$ el grueso del Orejon, 68. el t
mino del Orejon de 17. la ondidura, de 2
la linea retirada, de 28. el flanco curvo, de 1
y el Angulo flanqueado, serà de 82. grados y 1
minutos.

Pr

## Proposicion XXII.

### *Construcion del Exagono con Plaças bajas.*

SEa el lado del Exagono P Q. *fig. 2. Estampa 11.* cuyo flanco y media gola, se haràn de la grandeza que el passado: y su Angulo flanqueante de 95. grados. Y en lo demas, se siguirà la regla que en el Pentagono con Plaças bajas (bien entendido que en cada figura se tomen sus partes proporcionales de ella mesma) y tirado el fosso al ordinario, si ha de haver Revellin, se abrira el Compas, del Angulo flanqueado A. hasta B. que es donde la linea de la defensa corta el semidiametro, y con esta abertura, de los Angulos de la Espalda se harà un cruecero, de donde se tiraràn lineas à dichos Angulos, que ellas terminaràn el Revellin.

Para saber la cantidad de cada linea, se harà la Escala por donde se hallarà la linea de la defensa de 842. pies y $\frac{1}{3}$ la cara del Balvarte, de 338 $\frac{3}{10}$ la Cortina de 460. la media gola, y flanco de 170. cada uno, la Capital de 326 $\frac{4}{5}$ el gruesso del orejon, de 68. el flanco curvo bajo de 102. el alto, de 106. la ondidura, de 17. y el

el Angulo flanqueado serà de 80. grados y 44. minutos.

## Proposicion XXIII

### *Construcion del Eptagono.*

EL Eptagono tiene la mesma regla para darle à sus partes lo que les toca, que el Exagono sin plaças bajas, excepto que el Angulo flanqueante ha de ser de 95. grados. Tal es el de la *primera figura Estampa 12.* en elqual si ha de haver Revellin, se harà ( despues de haver tirado el fosso ) como en el Pentagono, con Plaças bajas.

Por su escala, se hallarà que esta Figura tiene de linea de defensa 807. pies y $\frac{3}{5}$ la Cara de su Balvarte 303$\frac{1}{5}$ la Cortina 460. el flanco y media gola 170. cada parte, la Capital 301. el grueso del orejon, 68. el flanco curvo, 110. la linea retirada 30. el termino de orejon, y ondidura, como en la figura citada; y el Angulo flanqueado tiene 89. grados, y 18. minutos, que en la practica se puede dezir recto.

## Proposicion XXIV.

### Del Eptagono con Plaças bajas.

EL Eptagono con Plaças bajas, de la *fig. 2. Estampa 12.* se harà dando à su flanco media gola, y Angulo flanqueante; lo mesmo que en el Eptagono sin Plaças bajas; y para hazer estas, en la presente figura, y todo lo demas, se guardarà el orden, que en el Exagono con Plaças bajas, y queriendo hazer Revellin, se harà como en el Eptagono antecedente cuyas medidas de todas sus partes, corresponden à esta Figura excepto la ondidura, que allà es termino de Orejon. Y los flancos curvos, que aqui tiene el bajo 108. pies y el alto 122.

## Proposicion XXV.

### Del Octagono.

PAra el Octagono *de la 1. fig. Estampa 13.* se darà à la media gola, la quinta parte del Lado del Poligon, y añadiendo à dicha media gola su octava parte, se tendrà el flanco que se levantarà haziendo el Angulo flanqueante de 95. grados, y el Angulo flanqueado A. recto; se tirarà despues la linea A B. prolongandola hasta

hasta cortar el semidiametro en C. y passando la distancia D C. de C. à E. se tirarà la oculta B E. sobre laqual se marcaràn tres quartos de un quinto del flanco, como de B. à F. dando de ondidura, un quinto del flanco y un quarto de otro, sin termino de Orejon, como de G. à H. y haziendo, con la abertura del flanco, de los terminos H. F. la intersecacion I. se descrivirà de este punto como centro, y con la mesma abertura el arco H F. que terminarà la retirada B K. Las demas circunstancias se haràn al ordinario, y quedarà esta figura con los Angulos flanqueados rectos, como lo es el acabado A. y con segundo fuego.

Si en esta figura se huviere de hazer Revellin (despues de su fosso) se tomarà la mitad de la fixante A B. y con ella de los Angulos de la Espalda, se harà un crucero, al qual se tiraràn lineas de los Angulos de los Poligones, que estas formaràn el Revellin.

Hecha la Escala, del lado del Poligon, se hallarà aqui la linea fixante de 885. pies y $\frac{1}{5}$ la rasante de 754 $\frac{1}{7}$ la cara del Balvarte de 285 $\frac{1}{2}$ la cortina de 480. la media gola de 160. el flanco de 180. el grueso del Orejon de 72. el segundo fuego de 62 $\frac{4}{5}$ el flanco curvo de 118. la capital de 312 $\frac{1}{8}$ la ondidura 45. y la retirada 30.

Pro-

## PROPOSICION XXVI.

### *Del Octagono con Plaças bajas.*

QUeriendo hazer el Octagono con Plaças bajas se darà al lado de la figura que supongo ser *la 2. fig. de la Estampa 13.* la media gola que se dio al Eptagono y el flanco que dimos, al Octagono de arriba; y assi mesmo se haràn, los angulos flanqueantes, y flanqueados, como en dicha figura ultima, y formados los Balvartes, se tiraràn las fixantes siguiendo en lo demas la Regla que se ha dado, para las Plaças bàjas, excepto que àqui la ondidura ha de ser de los tres quartos del quinto del flanco. El Revellin se harà como en la figura passada.

Por la Escala se hallarà que la linea fixante tiene 806 $\frac{4}{5}$ la rasante 767 $\frac{1}{5}$ la cara del Balvarte 298 $\frac{7}{10}$ la Capital 317 $\frac{7}{10}$ la Cortina 460. la media gola 170. el flanco 180. el segundo fuego 42 $\frac{4}{5}$ el espesor del Orejon 72. la ondidura 27. el flanco curvo bajo 114. el alto 125. y el Angulo flanqueado, como en el antecedente recto.

Si se huvieren de hazer figuras de mas de ocho lados: se seguirà esta mesma Regla, bien entendido si fueren sin Plaças bajas, la del Octagono sin ellas: y si las huviere de tener, la del Octagono que las tiene.

AD-

## ADVERTENCIA.

HEmos dado à razon de 50. pies, para la capacidad de la Plaça baja, y Parapeto del flanco bajo. Pero este tiene suficiente con 18. respecto de no batirse de la Campaña: Y assi se podràn añadir los dos pies à la Plaça baja. Pero en el quadrado se añadiràn al Parapeto alto, tomandolos por la parte exterior del designio, en el espacio de la Plaça baja; que con 20. pies mas tendrà 22. el Parapeto. Todos los demas se haràn de 25. pies de espeso, tiràndolos paralelos à las caras, flancos, y cortinas; excepto por los Orejones; donde se harà en linea recta como L. *de las figuras de la Estampa 13.* que los hago assi paraque defiendan rectamente las caras opuestas y assi se ha de procurar de hazerlo en todas las figuras, porque de este modo viene à haver Orejon à la Campaña, y espalda por à dentro para disparar; y tambien para aumentar de fuego, se podràn colocar en el espacio, ò capacidad de los Orejones los flancos N. sobre su mesmo terraplen, que salgan en las partes que huviere Plaças bajas, en derecho del flanco alto, por la parte exterior; y en las que no, por la interior hanse de hazerle dos banquetas, para que supêren de una el Parapeto del Orejon L.

y à la parte de la Campaña se harà un cubrimiento, ò espalda como O. para cubrir las cabeças de los tiradores, que estuvieren en dicho flanco; el qual es muy provechoso, porque aumenta el fuego en los flancos, para defender las caras opuestas, y esto sin enbaraçar cosa alguna: pero advierto que hàn de yr en declivio, desde su altura hasta el pie del Parapeto L. donde se terminan en nada, como las Esplanadas.

Las figuras sin Plaças bajas tienen todas dos pieças cubiertas, y reservadas para la brecha: una la que se coloca en el Orejon en la parte Z. que es donde se une el Orejon con la linea entrante; y assi queda aquella abertura sin Parapeto. La otra es en el mesmo flanco proxima à la ondidura, como en X. Pero en las partes que ay Plaças bajas, se tienen tres pieças guardadas, dos en los lugares referidos, y otra en el flanco bajo, frente de la que hemos propuesto en el alto; y esto procede de haver tirado la linea entrante siempre de los dos quintos que se marcaron en la cara del Balvarte. Para conocer la perfeccion de estos flancos se pondrà la Regla de el Angulo flanqueante, al flanqueado, y se hallarà que el flanco cae sobre ella en Angulo recto (salvo que es mixto) y que no pueden ser vistos si no es de en derecho de la Contraescarpa opuesta, y aunque paresca

que

que la Conſtrucion es algo dificil, como la enſeño, deſpues de la Fortificacion Regular, y Irregular que queda atràs; no cauſarà embaraço, al que eſtuviere ya capaz en ella, y para terminar mas la idea, acudirà el curioſo *à la Eſtampa 14.* donde verà un Exagono acabado, con tres Balvartes ſin Plaças bajas, y otros tres con ellas, con diverſos modos de Eſtrada encubierta. Tambien en *la Eſtampa 19.* ſe mueſtra otro Exagono levantado todo con Plaças bajas: y advierto que para lo Irregular, ſe guarda la meſma orden en lo que toca en dividir el flanco para el *Orejon*, y tambien que tal vez, ſerà neceſſario, tirar *las lineas* entrantes, y raſantes, ò fixantes, de diverſos puntos de *las* caras, y quando los flancos quedaren deſcubiertos, ſe darà menos ondidura, ò mas linea retirada, mas quedando ocultos, ſe remediarà dando menos linea retirada, ò mas ondidura: *y* enfin ſe buſca la mejor forma, como en *las* coſas Irregulares, procurando ſiempre, que queden *los* flancos en *la* forma que los Regulares. Y porque algunos han creido que en eſte methodo queda el Angulo B K H. muerto, ſin defenſa alguna, reſpecto la linea retirada B K. en todos los Balvartes ſin Plaças bajas; advierto que ſu engaño conſiſte en no concebir que la diſtancia G H. no es un Parapeto como los otros, ſi no un pretil de 1. à

à 2. pies de ancho, y de 3. à 4. de alto, que solo se haze paraque la gente no caiga de arriva en la Casamata, ò en el fosso, donde no la huviere. Esto supuesto es error dezir que el dicho Angulo puede ser muerto, pues aun desde dicho pretil, se descubre toda la ondidura, de arriba hasta abajo

## *Parecer de algunos Arquitectos Militares de mas reputacion.*

PRetendiendo dar luz à los aficionados, à la Architectura Militar de los Autores que mas cumplidamente hàn escrito de ella, tuve por acertado, poner aqui el parecer que hàn seguido, juntamente con alguna noticia de sus construciones; empeçando por Adam Fritac Polonès de nacion.

Este Autor escriviò un libro en folio, de Architectura Militar, y en el dà tres lineas de defensa, de diferente grandeza, siendo la mayor de 720. pies de Paris; que corresponde à la que yo doy, con poca diferencia. Su construcion es, dar à la media gola, el quinto del lado del Poligon, al flanco, el quarto de la Cortina, levantandole perpendicular sobre ella, y haziendo la Capital de los dos quintos del Poligon, tira por los extremos de la Capital, y flanco, la linea de la defensa



fensa rasante, laqual muere en un punto de la Cortina, formando segundo fuego desde el quadrado; por donde viene dicho Autor à hazer el Angulo flanqueado muy agudo (y en particular en el quadrado y Pentagono) y su flanco muy pequeño. Sigue hazer falsa braga, entorno de toda la plaza, y colocar Cavalleros en la mediania del Balvarte. De las ventajas, y defectos de estas partes, discurro en el segundo Libro; diziendo aqui ahora, como Fritac trae en sus Obras, tantas tablas, calculos, y operaciones de numeros, que para conprehenderlos es menester, estar muy bien en la Trigonometria: y lo que mas es de notar en este Autor, es que los parapetos, espesor de murallas, y otras partes de la Fortificacion, las disminuie ò aumenta, segun los lados de la figura, dando menores cantidades en un Pentagono, que en un Exagono &c. como si la Artilleria no tubiera tanta fuerça en una parte como en otra.

### *Opinion de Simon Estevin natural de la Villa de Brujas en Flandes.*

ESte Autor empieza la construcion de sus Figuras regulares por el Exagono, dandole de lado 1000. pies, que cada uno corresponde al de Paris, con poca diferencia. Haze la

la media gola de 180. pies, que es algo mas que el quinto del lado. El Flanco de 140. que es el ſeptimo del Poligon con poca diferencia, levantandole perpendicular ſobre la Cortina; y del Angulo flanqueante, por el extremo del otro flanco, tira la linea de la defenſa raſante, laqual queda igual al lado del Poligon, que es exceſſivamente larga, y ſin eſto, va haziendo ſiempre el angulo flanqueado muy obtuſo, por no dar ſegundo fuego à ſus Figuras, lasquales quiere todas con Caſamatas, tomando de los 140. pies de flanco, 100. para la capacidad de la Eſpalda, Y los 40. reſtantes para el flanco bajo, que para cubrirle avança la cara del Balvarte haſta 400. pies, poco mas ò menos, haziendo otra Eſpalda en el extremo de la cara, paralela à la interior, y tambien corre aſſi, por toda la cara del Balvarte, y lo meſmo por las Cortinas, formando en eſte modo doble recinto, ò falſa braga. Pero la cara del Balvarte y la linea de la defenſa, las haze muy grandes, al paſo que el flanco le deja tan pequeño. Quiere Eſtevin en medio de ſus Balvartes conſtruir Cavalleros, como Fritac; eſte es todo el principal parecer que ſigue en ſu metodo. Fue eſte Autor muy celebrado del Principe de Oranje, Mauricio de Naſſau, el qual conociendo ſu utilidad, y que acà lo tenian ſin empleo, ſe valiò de el, aprovechandoſe

de

de ſu gran ciencia y capacidad, que era tanta, que le llamaron por excelencia, el Docto Eſtevin. Eſte eſcriviò un tomo en folio, que trata de la Fortificacion, Saſſos, y Encluſas, para detener, y anivelar las aguas, y de las Mecanicas, con otras muchas coſas pertenecientes à lo practico de la Matematica.

## *Opinion de Mathias Doguen, natural de Dramburg en la Marche.*

DOguen fue reputado por excelente Ingeniero, ſirviendo con eſte exercicio, debaxo de la mano de Guillermo Principe de Oranje, y Conde de Naſſau, à quien dedicò ſus obras de fortificacion, que eſtàn en un volumen de folio; en que pone tantos calculos, y tablas que excede à Fritac, agregandoſe à eſto, ſer la conſtrucion de ſus Figuras muy penoſa, y no facil do comprehender, y mas lo dificulta con los exemplares, que à cada coſa trae de Hiſtorias antiguas, aplicandolos todos à los hechos de dicho Principe; pero en ſuma ſu ſentir viene à ſer empezar à conſtruir por el Exagono, dando à ſu linea de defenſa alrrededor de 700. pies. Haze el Angulo flanqueante recto, y el flanqueado agudo, buſcando ſegundo fuego, admitiendo la falſa braga entorno de

la Plaça, y por las razones dichas, son pocos los que se han aplicado à seguirle, y no por que su parecer no merezca el lugar, que los buenos Architectos militares de su tiempo.

## *Opinion de Samoël Marolois Olandès.*

Este Autor escriviò un Libro de Fortificacion en folio, en que puso curiosos Problemas y Theoremas de Geometria, su metodo es, enseñar su construcion de fortificar en dos maneras, una por suputacion de los Decimales, y otra por Escala; y dize que haze esto por escusar lo enfadoso de las Tablas de los Senos, y no estar estas en la ultima justificacion. Su parecer es en todo casi el mesmo que el dicho de Doguen, salvo que empieza à construir por el Quadrado, y que ademas quiere Casamatas, con las troneras para la Artilleria del flanco baxo cubiertas en forma de bovedas. No admite los Cavalleros, y dize, que caso de haverlos de hazer, fuera en el plano del Balvarte.

## *Parecer de Nicolas Goldmon Olandès.*

Este Autor sacò à luz un libro en folio que dedicò à Federico Henrique Principe de Oranje Conde de Nassau: y con ser escritor mas

mas moderno que los referidos, pues escriviò el año de 1645. se apasionò tanto por el segundo fuego, que aun en el quadrado, le da casi desde la mitad de la Cortina, dando por Regla general en todas las figuras la cara del Balvarte de la mitad de dicha Cortina, y levantando el flanco perpendicular sobre ella, le haze en el quadrado de la quarta parte de la mesma Cortina. En el Pentagono, de la tercia, aumentando 10. pies para el Exagono. Y assi en proporcion hasta igualar con la mitad, de la dicha Cortina. Su linea de defensa es de 720. pies del Rhin. Dessea como los Autores antecedentes falsabraga entorno de la Plaça; su modo de construir, es empeçar por el Poligon exterior, (que es por donde se deve acabar) trayendo calculadas sus lineas en tanta maquina de tablas, y suputaciones, que es cosa horrorosa, y que à causado que nadie aprenda por el, como tambien por su segundo fuego, con el qual haze los Angulos flanqueados tan agudos como los que no dan ninguno obtusos.

## *Parecer de Francisco Florencio Milanès.*

EL Capitan Francisco Florencio, dedicò el año 1645. un libro de Fortificacion, al Señor D. Francisco de Melo, y lo intitulò el curioso Soldado, que con intento, de instruirle.

le en la Architectura Militar lo hizo tan pequeño que se pudiese llevar en la faltriquera, y paraque mas bien se comprehendiesse, diò una Regla general para todas las figuras (valiendose solo de la Regla y Compas) como es que de à la media gola, el quinto del lado del Poligon, que supone de 700. pies del Rhin, al flanco los tres quartos de la media gola, y à la capital, el tercio del Poligon: de modo que por los extremos de la capital, y flanco, tira la linea de la defensa, empeçando su construcion, por un Pentagono, al qual da yà segundo fuego (suponese lo que seràn las demas) pero no obstante se deviera estimar la buena intencion que tuvo de comunicar este arte al Soldado, si como hizo con cuidado un volumen tan pequeño lo huviera enrriquezido de figuras, y de demostraciones. Pero con sola una Estampa pequeña, quiso enseñar, la fortificacion Regular, y Irregular, y el modo de atacar, y defender una Plaça.

## *Opinion de Errard de Barleduq.*

ERrard de Barleduq, comienca la construcion de sus figuras por un Exagono, valiendose del Poligon exterior, y haziendo el Angulo flanqueado recto, da à su linea de defensa quando mas 720. pies de Paris, y en medio de esto haze todas las partes de la Fortificacion pe-

pequeñas no passando su mayor flanco de 115. pies, el qual haze perpendicular à la cara formando el Angulo de la espalda recto, y el flanqueante agudo de 75. grados, diziendo que assi lo guarda mas bien de la Campaña, y defiende la cortina: no reparando, que por esta causa desamparà las caras, si bien quiere que de el Eneagono en adelante sea el dicho Angulo flanqueante recto, y no se le da nada de hazer el fosso de 80. pies de ancho, con poca diferencia, y poco profundo, respecto de dexar los Balvartes vacios. Quiere Casamatas pero con ellas no defenderà las caras opuestas por lo agudo de su Angulo flanqueante, quedando por la mesma razon su espalda, ò Orejon de poca resistencia; y aun que este Autor en su libro de Fortificacion discurre muy bien de ella, todavia su metodo nadie lo sigue ni ha seguido; porque aunque sea verdad, que el flanco se deve guardar, no ha de ser de manera que quede inutil, como el de este Autor.

## *Parecer de Manuel Alvarez Español, y de Pedro Brovino Italiano.*

EStos Autores dividen el Poligon interior, en ocho partes iguales, y dan una à cada media Gola, donde levantan los flancos perpendiculares, de la mesma octava parte, y desde el

el Angulo flanquante, toman ſobre la Cortina de uno y otro lado dos octavas partes de las ſeis que tiene toda ella, y en los terminos de dichos dos octavos, bajan perpendiculares à la parte interior de la Plaça de la grandeza de un octavo, y de un extremo à otro, tiràn otra Cortina, que viene à ſer de dos octavos, y de los Angulos flanqueantes de ella, por los extremos de los primeros flancos, que ſon los ſuperiores, tiran las lineas de la defenſa; de forma que vienen à tener para defender la Cara de un Balvarte, dos flancos, y por eſto llaman à eſta Fortificacion reforçada; y à poderſe hazer ſin los grandes defectos que cauſa, fuera la mejor coſa que ſe huviera inventado: pero como neceſſitan de gran capacidad dan al lado del Poligon mas de 1000. pies, y aſſi el flanco ſuperior, alcança defender la Cara opueſta con dificultad, y el inferior lo haze muy obliquamente, agregandoſe à eſto hazer los Angulos flanqueados muy agudos: y diſminuir con ſus Cortinas retiradas, la ſuperficie y capacidad de la Plaça.

## *Opinion de Pedro Sardi Italiano.*

PEdro Sardi eſcriviò un Libro de Fortificacion muy bueno ſiendo ſu modo de conſtruir el de dar al Poligon interior 800. pies geo-

geometricos ( que yo tengo por del Rhin ) y enpeçando por el Exagono, da à la media gola 150. pies, y otro tanto al flanco, que levanta perpendicular ſobre la Cortina ( que es lo meſmo que dividir el lado del Poligon en diez y ſeis partes iguales, y dar tres à la media gola, y otras tres al flanco ) y dividiendo eſta en ocho partes, toma una por ſegundo fuego, y por el extremo del flanco opueſto, tira la linea de la defenſa, buſcando ſegundo fuego generalmente, haziendo los Angulos flanqueados agudos; es ſu opinion colocar Cavalleros en medio de las Cortinas, y hazer caſamatas, haziendo Orejones ò Eſpaldas cuya capacidad ſea de los dos tercios del flanco, dejando el un tercio, ſolamente para la caſamata que es corta capacidad. En lo demas eſte autor ha tenido ſiempre reputacion.

## *Opinion de Tanſino Italiano.*

ESte Autor eſcriviò una obra de Architectura Militar muy cumplida, ſiendo ſu principal intento colocar los Balvartes ſeparados del recinto, de modo que por entre el Angulo de los Poligones, y la gola del Balvarte, aya veinte pies de foſſo, por lo menos, dejandolo aiſlado, comunicandolo con la Plaça, por un puente, que de la gola corra al Angu-
lo

lo de los Poligones, donde haze puerta, y aunque ſus razones ſon muy fundamentales, no hallo que nadie lo ſiga, no ſiendo muy antiguo el author.

## *Opinion del Cavallero Antonio de Villa Frances de nacion.*

ANtonio de Villa, haſido en mi opinion, el que con mas perfecion eſcriviò haſta ſu tiempo, de la Architectura Militar, cuyas obras eſtàn en Folio, y en Octavo, y fue el primero que puſo enforma de argumento las ventajas y defectos de todas las partes mayores y menores, de la Fortificacion. Empieza ſu conſtrucion por el Exagono ( dejando el Pentagono y Quadrado por Fuertes de Campaña ) dando à la media gola la ſexta parte del Poligon, y otro tanto al flanco, y haziendo el angulo flanqueado recto, ſigue el meſmo orden en las demas figuras, las quales trae calculadas por las Tablas de los Senos, ò Trigonometria. No aprueva la falſabraga, entorno de la Plaça, pero haze Caſamatas, y en el flanco interior, bovedas para tener pertrechos à cubierto, las quales no puedo negar, que enflaquezen el dicho Flanco. Coloca Cavalleros en el ſegundo flanco, que le viene accidental para

para ayuda de la defensa de la cara opuesta; y en todo lo demas hasta la reducion de las Plaças, discurre con grande claridad, traiendo muchos exemplos de las historias antiguas, su menor linea de defensa, es de 750. pies de Paris, y la mayor de 900.

## *Parecer del Conde de Pagan.*

LA Fortificacion del dicho Conde ha sido, y es muy aplaudida de todos los Architectos Militares. Dividela en tres generos, como en mayor, menor, y mediana; mayor llama aquella, cuyo Poligon exterior es de 1200. pies de Paris; mediana à la que llega à tener el dicho Poligon 1080. y menor à la que tiene 960. y empezando su construcion para qualquier figura, por el Poligon exterior, baja en su Mediania una perpendicular de 180. pies, y de los extremos del Poligon tira por este punto, las lineas de la defensa, interminadas, dando à las caras 360. pies, y à toda la linea de la defensa 846. tirando desde el extremo de la una à la otra, la cortina, y de los terminos de esta, à los de las caras, los flancos, los quales vienen à quedar perpendiculares, sobre la linea de la defensa de 140. pies de largo, y la cortina de 420. y proporcionalmente, da las partes à su mediana, y menor

For-

Fortification, empezando con cada una del Pentagono hasta el Dodecagono, quedando en esta mayor, y el dicho Dodecagono, con el Angulo flanqueado de 116. grados y 36. minutos, no dando jamas segundo fuego.

Haze este Autor Casamatas, y dentro del Balvarte otro paralelo à el, con fosso al rededor, con que viene à dar tres flancos haziendo el Balvarte interno vacio: tambien quiere contraguardias delante de los Balvartes, y Revellines, y cierto que salvo que las caras de sus Balvartes son grandes, el Angulo flanqueado obtuso, y sus flancos por tener corta espalda poco cubiertos, no se puede condenar esta Fortificacion, mas si el gran gasto que trae consigo.

## Parecer del Padre Furnier.

EL Padre Furnier sigue en todo al Cavallero de Villa, y escriviò un libro de Fortificacion tan pequeño como unas oras, muy curioso por lo portatil; habla en el de todas las partes de la Fortificacion, trayendo muchos planos de diversas Plaças, se halla traduzido en lengua Española.

El Padre Millet de Chales escriviò otro en octavo casi del mesmo tenor en el Metodo.

Pa-

## *Parecer de Maneson Malet, Autor de los Travajos de Marte, Francès.*

MAneson Malet es Autor muy moderno, que el año 1672. sacò à luz tres tomos de Fortificacion, que intitulò los Trabajos de Marte. El primero trata de la construcion de las figuras Regulares, y de la Fortificacion Irregular. El segundo del parecer, y metodo de muchos Autores de los citados aqui, trayendo fielmente sus textos, expresiones, y figuras. El tercero, de la formacion de Esquadrones, uso y fundicion de la Artilleria, fabrica de las murallas, y de la defensa, y sitio de una Plaça, y todos tres enriquecidos de demonstrativas figuras. La construcion la empieça desde el quadrado, haziendo la media gola de la quinta parte del Poligon, la Capital de la tercia parte, y de su extremo al Angulo flanqueante, tira la linea de la defensa: haviendo levantado el flanco interminado, formando un Angulo con la Cortina de 98. grados: y donde el flanco corta la linea de la defensa, se terminan flanco y Cara. Lo mesmo haze para las demas figuras, no dando en ninguna segundo fuego. Su linea de defensa, la da de 600. pies de Paris, y de 720. si ha de haver Casamatas; las quales haze este Autor con todo arte, valiendose

de explicarlas con mucha claridad. Quiere Cavalleros en la gola del Balvarte, reprueva las falsasbragas ( con razon ) y cierto devemos mucho al Autor por el trabajo y especulacion que ha tenido en escrivir sus Obras, las quales aora de nuevo ha amplificado, y aun le diera mas alabança à sus Escritos, si no hiziera los angulos flanqueados tan obtusos, y dejar los flancos tan descubiertos, añadiendose à esto, dar à su linea de defensa solo 600. pies quando no haze Casamatas.

## *Opinion de Blondel Francès.*

ESte Autor escriviò el año de 1684. un Libro de Fortificacion en octavo dedicado al Rey de Francia, y empieça su construcion por el Poligon exterior, que el supone de 1200. pies de Paris; y su linea de defensa de 840. haziendo sus medias golas y flancos los mayores que puede, para poder tener en cada flanco hasta 120. pieças de Artilleria, y desde el Exagono en adelante haze Cavalleros en el plano del Balvarte paralelos à los flancos, repartiendo la dicha Attilleria en flanco alto, bajo, y mediano, sin el Cavallero, que son quatro Baterias, una sobre otra en cada flanco. Haze su angulo flanqueante tan abierto, que en el octagono, y otras figuras de muchos la-

lados, el flanco y la cara se aproximan à una linea recta. Y en tal caso su cortina es muy pequeña, tanto que fortificando sobre una linea recta, no tiene entonces Cortina ninguna, pretendiendo que las Caras se defiendan una à otra; y por esso haze su fosso tan ancho que enfrente de la Cortina, tendrà unos 300. pies, y para cubrir sus flancos haze Revellines, y Contraguardias, y entre estos lunetas, con su fosso, y estrada cubierta, de 48. pies de ancho: de manera, que ocupa un grande espacio con sus obras, y encierra poco distrito. Ademas de estas Baterias, haze otras dos en cada cara, en la parte que defiende el fosso del Revellin, y otras dos en cada cara de Revellin para defender las Contraguardias.

Su flanco en el Quadrado, tiene 162. pies, la media gola, 171. la cara, 309. y la Cortina 423. En el Pentagono, el flanco es de 219. la media gola 213. la Cara 321. la Cortina 363. y en el Exagono, el flanco es de 255. la media gola 234. la Cara 330. y la Cortina 324. y assi en proporcion, creciendo la media gola, flanco, y Cara, y disminuyendo las Cortinas, como se ha dicho, el Angulo flanqueante tiene en el quadrado 122. grados y 47. min. en el Pentagono 123. grados y 11. min. y en el Exagono 123. grados y 48. min. creciendo assi en proporcion.

El Angulo flanqueado, tiene en el quadrado

do 60. grados, en el Pentagono 66. y en el Exagono 70. creciendo assi en proporcion: y nunca llega à ser recto, si no es fortificando sobre una linea recta.

De manera que este Autor ha llevado la mira de defender la Plaça con solo Artilleria (lo que no es dable) y para esto ha querido mudar el orden de la Fortificacion haziendo las Cortinas menores que las Caras, aumentando de obras, y recinto, y disminuyendo superficie; que todo es contra maxima. Y assi mesmo haze el Angulo flanqueado de poca resistencia, disminuyendo la capacidad del Balvarte por aquella parte. Y por lo que mira à sus lunetas, no pueden ser bien defendidos sus fossos de los Revellines, y contraguardias, por lo proximo que està una Fortificacion de otra. Y en conclusion se viò obligado à colocar dichas Fortificaciones exteriores por cubrir su Cortina, tan incapaz, y lo descubierto de sus flancos, que tanta especulacion le costaron.

Finalmente escriviò en Español Santtans, y Tapia, y otro Autor, que como el, imitan à Adam Fritac. Y esto basta para idea del Parecer de los principales Autores, que han escrito de este arte. Y en el siguiente libro podràn los aficionados ver la reflexion, que generalmente hago sobre cada una de las partes de la Fortificacion; declarando los defectos, y ventajas de unas, y otras, segun diversos pareceres que sobre ellas se tienen.



# LIBRO SEGUNDO.

*En que se haze Reflexion sobre las Maximas, y partes de la Fortificacion, muy util para los que teniendo luz de la Construcion de todas las Figuras Regulares, y Irregulares, quisieren especular sus ventajas, ò defectos.*

HAllandose uno capaz en la formacion de todas las figuras de la fortificacion, le serà facil conocer las ventajas, ò defectos que se le atribuyen à cada una de sus partes, haziendo una figura; y executando sobre ella lo que abaxo se dijere, como es alargar, ò acortar su cortina, flanco, ò media gola, &c.

## *De la Linea de la Defensa.*

LA linea de la defensa, se hà de entender siempre por aquella distancia que huviere del Angulo flanqueante al flanqueado, laqual

deve estar dentro del alcance del mosquete de punto en blanco: y no de el Cañon de Artilleria, como quieren algunos, alegando las razones siguientes.

Siendo la defensa con el Cañon, se observarà la maxima de fortificar un mismo recinto con menos Balvartes; y por lo distante que estaràn uno de otro, se podràn hazer los parapetos mas espessos, y orizontales, que ambas cosas son para mas resistencia; à que se añade que al sitiador le serà dificil conduzir tanta maquina de Artilleria menuda, como puede haver en la Plaça de sacres, falconetos, &c. à los quales cargando de cartuchos, de balas mosqueteras, cadenillas, y otras cosas semejantes, haràn grande estrago en los que fueren à avançar à la brecha; y tambien que los reparos que para impedir esto se huvieren hecho, no es capaz el mosquete de aruinarlos como la Artilleria. Tienese tambien la ventaja de que los mampuestos de mosqueteria que los sitiadores hizieren en la esplanada, y estrada encubierta contra los flancos opuestos, no podràn hazer en ellos efecto alguno: y siendo el lado del Poligon tan grande se podrà sobre qualquier Angulo de los Poligones, con una mesma cantidad de flanco y media gola, formar un Balvarte con el Angulo flanqueado mas capaz: y el del fuego (formado del flanco, y linea de la defensa) mas proximo

al

al recto: y ultimamente se puede fortificar assi con mas facilidad en toda suerte de terrenos, respecto no necessitar de tanta tierra como aviendo mas Balvartes; donde de precision es fuerça aya de haver de ordinario mas guarnicion, viveres, y municiones para ello.

Todas estas razones estan respondidas de suyo. Porqne cerrar un mesmo recinto con menos Balvartes, ha de ser debajo de la linea de la defensa del Mosquete que defienda à plaçer la Plaça. Y debajo de esta suposicion deve haver en ella lo necessario para su defensa, ò serà inutil fortificarla. Y en quanto à la Artilleria siempre es en todo mas fuerte el que tiene la campaña por suya; facilitandole esta conduzir lo que quisiere, y assi podrà oponerle à un flanco mas pieças que las que el fuere capaz de tener; y descavalgada alguna, no bolverà à servir tan presto, como haràn los mosqueteros que disparando los cartuchos (que ella havia de tirar) con sus mosquetes mantendràn continuo fuego à todas partes. Y una pieça sola ha menester seis hombres para su manejo, consumiendo muchas municiones, no logrando con su tiro lo que los mosqueteros con los suyos. Y luego que arruinada una tronera, no es dable el que se pueda acomodar tan presto, como cortarse los Mosqueteros detràs de ella: y si los mampuestos del sitiador no ofenden à los flancos opuestos, tampoco estos à ellos,

haviendose hecho para solo este fin. Por lo que mira à que los Parapetos pueden ser mas espessos, y sin tanto declivio , se responde, que dentro del alcance del Mosquete , cabe hazer el Parapeto de veinte y cinco pies de gruesso, y con declivio que no le haga debil , y si han menester ( como dizen ) poca tierra para su Fortificacion , esso les condena, porque serà tanta la que saldrà del fosso ( dandole una anchura, y profundor proporcionado ) que no havrà adonde echarla. Y en conclusion que los fuegos del flanco sean mas ò menos rectos importa poco, quando son de ningun efecto. Pero no por esto se dize que la Artilleria no sea buena en las Plaças tanto para tirar à lo lejos, como para contra las Baterias, y arruinar los trabajos y reparos del sitiador. Haviendo pues de ser la defensa al tiro del Mosquete, resta saber que este es de 1000. pies Geometricos, ò del Rhin ; mas porque el Mosquetero en la ocasion no se pone à atacar , y à apuntar con cuidado por la brevedad que pide el caso ; ny tampoco todas las polvoras, y calibres de los Mosquetes, no tienen un mesmo alcanze , bajan todos de este numero algun resguardo , y assi yo le doy à esta linea 800. pies de Brabante, que cada uno es algo menor que el dicho. El Cavallero de Villa da 900. y mas de Paris ( que cada uno es poco mayor que el Geometrico,) que hazen

de

de los Brabantinos mil y veinte y tres con poca diferencia, y haze lo por dezir que à mucha mayor distancia ha visto matar un hombre. Pero de su razonamiento se colige da tan grande linea con escrupulo, pues aconseja al que le pareciere grande, no le dè mas de 750. que es lo mesmo que 852. de Brabante. Y de la mesma manera dize Furnier, que esta linea puede ser de mas de mil pies; pero en sus Maximas no la da el mas de 720. de Paris, que corresponden à los 800. de Brabante, que yo doy. Y tambien me alargo à darla de mil pies, quando en lo Irregular lo pide el terreno (porque haviendo hecho yo la experiencia ha passado la bala del mosquete un tablon de tres dedos de gruesso à mas de los mil pies de espacio.) Los que la quieren de nuevecientos pies del Rhin, vienen à darla nuevecientos y noventa de Brabante, y aunque yo no la busco tan grande, tan poco la quiero menor de los ochocientos dichos, por no incurrir en hazer sobre un mesmo recinto mas Balvartes; y tambien porque estos serian mas pequeños que lo ordinario, como sus cortinas, y demas partes.

La menor linea de defensa es la que da Maneçon Malet, que es de seiscientos pies y hasta aqui se llama de Fortificacion Real, y en bajando, de Campaña. Nota que la cantidad que se dize ha de tener la linea de la defensa, es la que

se

se ha de dar al lado del Poligon, porque la linea de la defensa viene à serle despues su igual con poca diferencia.

## *Del Flanco.*

DEspues de justificada la linea de la defensa, el principal objeto de la Plaça es el Flanco, como el que sirve para defender la Cortina, Flanco, Cara del Balvarte, Fosso, Estrada encubierta, y esplanada opuesta. De que se sigue, que en su colocacion y grandeza consiste toda la defensa; y assi serà siempre està de la mayor que fuere possible, buscandola de ciento à ciento y ochenta pies, porque de hazerla mayor se incurre en que lo seràn tambien la linea de la defensa, y cara del Balvarte, y el Angulo flanqueado mas agudo: causando un gran fosso, tanto que por entre las Cortinas viene à ser desmesurado. Y lo principal de todo es que el Angulo del fuego queda tan agudo, que todos los tiros han de ser muy obliquos, pero sucede que por acidente en lo Irregular es necessario darle mucha mas cantidad que la referida, para que el Angulo flanqueado, y el Balvarte queden mas capaces: pero en tal caso no se librarà este flanco de que todo lo que sobre saliere de su corespondiente quede expuesto à las Baterias Enemigas.

De

De hazer un flanco muy pequeño, resulta ser de poca defensa, hazer el Angulo flanqueado obtuso, y el Balvarte poco capaz (tirando la linea de la defensa desde un mesmo punto) y assi solo por necessidad se ha de hazer de cien pies à bajo, en Fortificacion Real.

Sobre su colocacion ha avido entre los Autores gran controversia, diziendo unos, que quieren sea perpendicular à la cara del Balvarte, formando Angulo agudo con la Cortina, (que es el Angulo que yo llamo flanqueante) para que assi estè mas guardado, y en esta forma los construyò Herar de Barleduque, y devierasele *alabar* el pensamiento, si assi pudiera defender la cara opuesta, pero queda de suerte que solo pelea contra la Cortina, sin descubrir ni aun el flanco de en frente; y quando se pretende que el Angulo de la Espalda sea de gran resistencia, y lo mas obtuso que se pudiere, *el lo* dexa flaco, y de poca fuerza; de que viene que *nadie lo* sigue como cosa inutil, huyendo deste inconveniente, y alegando que el flanco es para defender lo dicho deve ser grande, y las caras pequeñas como cosa que ha de ser defendida, las quales es bueno que tengan el fuego recto de su flancò opuesto: y en esta consideracion, hazen el Angulo flanqueante obtuso, haziendo caer el flanco perpendicular à la linea de la defensa, metodo que siguiò el Conde de Pagan, le

el qual haze tres flancos, y dos Plaças bajas, una ſuperior à la otra, ſiendo ſu intento alojar en ellas mucha Artilleria, y defenſores, conſervando algunas pieças cubiertas para defenſa de la brecha. Y es cierto que mas ſe deve condenar el exceſivo gaſto y maquinas de ſu Fortificacion, que la colocacion de ſu flanco. La meſma opinion ſiguiò Maneçon Malet en ſus Travajos de Marte; ſi bien no haze juſtamente ſu flanco Angulo recto con la linea de la defenſa; y aſſi dize que ſu Angulo flanqueante no es tan obtuſo como el de Pagan, ni ſu flanco tan expueſto, pero eſto indica que conoce que queda algo, y mas ſi le conſtruye ſin Caſamatas, que en tal caſo le deſcubre todo por no hazerle eſpalda ni Orejon. Como todos los extremos tengan medio, le eligieron en eſte caſo, Marloes, Doguen, Fritach, y el Cavallero de Villa (que tan cumplida y eſpeculativamente eſcribiò) haziendo que ſus Flancos ſean perpendiculares à la Cortina que es el parezer que yo ſigo; porque aunque confieſſo que los tiros no ſon tan eficazes como haziendo el Angulo flanqueante obtuſo, todavia convèngo en perder de la parte, por conſervar el todo: porque no es dudable que en eſta forma tengo el Flanco ſeguro haſtaque el Enemigo llegue à poner Baterias ſobre la eſplanada directamente opueſta à los Flancos; y en

el

el otro modo succederà que quando el sitiador llegue à dicho paraje, estèn ya arruinados, quedando frustrada la diligencia de haver buscado Flanco grande, con elqual dizen que assi flanquean tambien la campaña, como si no lo hizieran con todas las Cortinas y Caras de los Balvartes. No obstante lo dicho, no es dificil hallar Flancos con las particularidades de que estos estèn perpendiculares sobre la linea de la defensa. Y que sean mucho mayores que los ordinarios, como quieren los Autores citados. Pues segun la construcion de mi nuevo metodo con los Flancos curvos, vengo à dar à estos mucha mas grandeza que ellos, siendo el fuego recto para el fosso opuesto, por hazer el Flanco (aunque curvo) Angulo recto con la linea de la defensa. Y tambien tengo en el dos piezas guardadas para la brecha, quedando todo cubierto con un Orejon de gran capacidad y resistencia: lo que no tienen las espaldas de dichos Autores; y en algunas Figuras (haziendo plaças baxas) me voy aproximando à quatrocientos pies de Flanco con el que hago en el espacio del Orejon à la parte interior del parapeto deste.

Nota que el Angulo flanqueante obtuso no serà tan defectuoso quando delante de la Cortina aya algun Revellin ò otra Fortificacion que cubra, ò bien quando el por si siendo capaz estè cubierto de un buen Orejon.

De

## De la media Gola.

LA media gola es de ordinario igual al flanco, y antes mas que menos, como de ciento à ciento y ochenta pies, no cediendo mucho de esta grandeza, porque se haria la cara del Balvarte muy grande, y el Angulo flanqueado agudo, observando un mesmo flanco, y tirando la linea de la defensa de un mesmo punto: Y assi mesmo harà que la cortina sea pequeña. Y por el contrario, no ha de ser tan corta que cause las defensas largas, y Balvarte tan pequeño que quede inutil, ni deje lugar para construir Plaças bajas quando se quisieren hazer. Y es de notar que no ay cosa mas incierta (passando de lo Regular) que la grandeza que ha de tener la media gola, como se dirà despues.

## De la Cortina.

LA Cortina deve ser en linea recta, y no curva, porque para haver de defender (siendo la Cortina curva) los Angulos flanqueantes; es necessario hazer muy grandes Balvartes; y nunca lo quedaràn de todo el flanco. Ni menos ha de ser en Angulo saliente, porque en esta forma los Angulos flanqueantes queda-

daràn muertos, y indefenſos. Y de hazerlas en Angulos entrantes, reſulta enflaquecer los Angulos de los Poligones colaterales, cauſando à ſus Balvartes malas, y obliquas defenſas; diſminuyen la ſuperficie de la Plaça, y aumentan el recinto que todo es contra maxima. Tocante à ſu grandeza ſe tiene por proporcionada la que tubiere deſde quatrocientos, y cinquenta à quinientos, y cinquenta pies: de darle mayor cantidad, ſe cae en el inconveniente de las medias golas pequeñas; y nunca por ningun caſo ſe haga menor que de trecientos, reſpecto no ſer admitida en fortificacion Real, por quedar indefenſa ſu mediania, y tambien porque ſe dà en los defectos de la media gola grande. Eſta parte de la fortificacion, es la mas expueſta à ſer arruinada de la Campaña, y como tal, eſtà ingenioſamente retirada, y acogida al abrigado de ſus dos flancos colaterales que la defienden.

## *De la Cara del Balvarte.*

LAs caras de los Balvartes ſe hazen por lo preſente en lineas rectas, formando un Angulo ſaliente; y ſirven de lo que en lo paſſado los cubos, y las torres redondas, ò quadradas: eſtas ultimas ſe hallaron ſer defectuoſas porque à demas de que el lado que mirava à la Campaña

paña quedava indefenſo de la moſqueteria de la otra torre, eſtava muy expueſto à las Baterias de à fuera y como tal arruinado preſto. Reprobaronſe tambien las redondas, porque el fuego que ſale dellas es en circunferencia, y no pueden tirar quatro Moſqueteros rectamente à defender la otra torre; y ſin eſto no pueden ſer muy capazes, porque mientras mayores ſe hizieren, tanto mas diſtrito habrà ſin defenſa en la circunferencia que ſe opone derechamente à la Campaña; y lo meſmo ſuccede à la frente de la torre quadrada, quando eſta ſe aumenta: y por todas eſtas razones ſe deſecharon las torres, y admitieron los Balvartes con ſus caras en lineas rectas.

La cara del Balvarte es de diferente condicion que la Cortina, pues teniendo ſu defenſa mas diſtante es de ſolo un flanco: y en medio deſto ſe arroja y abança à la Campaña, à tiempo que la Cortina ſe retira, ofreciendoſe mas preſto à los ſitiadores que otra coſa: lo que motiva à procurar no ſea muy larga, porque queda mucho objeto à las Baterias de à fuera, y gran frente para en ella hazer una brecha capaz de avançarla con gran golpe de gente; ſiendo neceſſario tener tambien mas defenſores; ſin eſto es de mayor coſte y pide gran cantidad de tierra para terraplenar ſu Balvarte. Tam poco ha de ſer tan pequeña que cauſe ſer el Balvarte

poco

poco capaz de hazer en el cortaduras, y recebir la tierra que de un fosso proporcionado se sacare, y de ordinario se hazen las caras de suerte que no cedan de los dos tercios de la Cortina, ni baxen de la mitad, teniendo por justificada la que llega à tener trecientos pies poco mas ò menos.

## *De el Angulo flanqueado.*

NO es el Angulo flanqueado la parte de la fortificacion sobre que menos se ha discurrido, y *discurre*, haziendole unos agudo, otros obtuso, y otros recto. Aquellos que lo quieren fuera del recto, dizen que este Angulo no da ni quita fuerça al Balvarte, lo que dicho assi desnudamente es cosa ridicula, segun las razones siguientes.

De tal manera podria ser el Angulo flanqueado obtuso, que se aproximasen à la linea recta *las Caras del Balvarte*, y en tal caso, se podrian batir entrambas rectamente desde un mismo puesto de la campaña, apartado el Enemigo una mesma distancia de los flancos colaterales: y no es dudable, que sin desminuir Flanco, ni media Gola, estando el Angulo obtuso, se biziesse recto, que se consiguirà hazer el Balvarte de mayor capacidad ganando segundo fuego sobre las Cortinas, obligando al sitiador

dor aproximarse con sus Baterias à uno de los Flancos, segun la cara que quisiere batir, respecto que esto deve ser de modo, que la linea que haze la bala vaya à formar Angulo recto, ò proximo à el, con la cara del Balvarte, ò cosa que se huviere de batir, para que assi hagan efecto los tiros, pues de otra manera serian obliquos, los quales no hazen presa en el objeto, y tienen mas espessor que atravesar para romper una muralla. Uno de los que siguen la opinion del Angulo obtuso, es Maneson Malet, como tambien el Conde de Pagan, y los de mas citados en el primer Libro, los quales lo hazen porque este Angulo les es accidental, teniendo terminada su capital, y tirando la linea de la defensa del Angulo flanqueante, no dando nunca segundo fuego, mas conociendo (segun colijo) que mientras mas se aumentan los lados de la Figura, les van creciendo los Angulos flanqueados, dize Maneson Malet en su Segunda Parte, que nunca este sea mayor, que de ciento y quarenta grados: y salva esta obtusidad con dezir, que assi va aumentando el Flanco que es el que ha de defender, y desminuye la cara que ha de ser defendida. Y fuera bueno lo uno y lo otro, si su Flanco no quedase expuesto, como he dicho, y la cara se hiziera fuera de Maxima, haziendo su Angulo flanqueado recto.

Los

Los que ſiguen que el Angulo flanqueado no importa que ſea agudo, como no baxe de ſeſenta grados (por no ſer eſte admitido de nadie en Fortificacion Real) dan por razon, que importa poco, que al Angulo recto ſe le desminuyan diez ò quinze grados, como ſe logre ganar ſegundo fuego ſobre la cortina, en el qual de mas de la Moſqueteria que en el ſe alojare, ſe pueden colocar alli buenos Cavalleros para la defenſa del paſſage del foſſo, y Baterias opueſtas à ſu flanco proximo, como contra todas las que el Enemigo hiziere en la Campaña. Y aunque eſte parecer haze gran fuerza, todavia tengo por mejor aumentar el flanco principal que el ſegundo fuego de la Cortina, dejando el Angulo flanqueado en la forma que ellos le quieren, como no ſe le quite mas de diez grados poco mas, ò menos. De lo dicho, y de que todos los extremos tienen medio ſe infiere, que el Angulo recto es preferido al agudo, y obtuſo; ſupueſto que con un miſmo flanco, y media gola haze el Angulo recto de mas capacidad, y reſiſtencia al Balvarte. Porque plantandole Baterias à una de ſus caras, tienen al opoſito todo el Terraplen paralelamente à la otra cara; y el agudo no puede ſer de tanta reſiſtencia como el recto. Y ſi ſe quiere ſalvar el incomveniente de que el Angulo agudo no aumente las caras, ſe incurre en

en haver de disminuir el flanco, ò la media gola, ò entrambas cosas, que uno, y otro no dejan lugar en el Balvarte, para cortarse en el en la ocasion.

### *Del Angulo flanqueante.*

TOdo lo que sobre este Angulo se puede discurrir, se explicò quando se hablò del flanco, y de su colocacion.

### *Del Angulo de la Espalda.*

HAzese el Angulo de la Espalda en todos casos lo mas obtuso que permiten las demas partes; tanto porque sobre el reposan las caras del Balvarte, y Terraplen; como porque assi se gana segundo fuego en la Cortina, y no se exponen tanto las caras, donde si se hiziere la brecha proxima al dicho Angulo, serà facilmente arruinado no siendo de conveniente abertura.

### *De el segundo Fuego.*

EL segundo fuego se causa de venir la cara del Balvarte prolongada à morir à la Cortina, y llamase esta linea rasante, porque el tiro,

tiro tirado del punto donde ella se termina; va rasando, ò raspando la cara del Balvarte sin que la bala pueda fixar ni hazer presa en ella; pero todos los tiros que se hizieren del termino desta linea hasta el Angulo de la Espalda del otro Balvarte, son fixantes à la cara formada de dicha linea. Y el espacio que ay de Cortina entre ella y el flanco, es, lo que legitimamente se dize segundo fuego: el qual es digno de estimacion (si bien sus tiros son muy obliquos) como no sea buscado en detrimento, y disminucion del flanco, y Angulo flanqueado, ò de la media gola, porque esto seria quitar de las partes mas principales de la Fortificacion, por aumentar la menor: pues dado caso que la fuerza de la defensa se fiase à la obliquidad del segundo fuego, duraria poco este, pues como parte de la Cortina que es tan opuesta à la Campaña, se quitaria con facilidad. Mas si estando las dichas partes proporcionadas se consigue el segundo fuego, es un esmalte para la defensa, porque sus tiros cruzados con los del flanco, primero en todas las partes de la estrada encubierta, y fosso opuesto, causan un fuego duplicado por todo; y sin esto, se tiene la ventaja que aun despues de alojados los sitiadores en la brecha, los hieren por las espaldas los tiros del flanco principal. Y de haverse de formar algun cavallero,

es plaça conveniente la del ſegundo fuego para hazerlo : y yo para obviar el inconveniente de los tiros obliquos del ſegundo fuego, ò de que el Enemigo me lo arruine, tengo por acertado, prolongar el flanco principal azia la Plaça, y de el punto que la linea de la defenſa corta la muralla, hazer caer eſta deſde el orizonte azia la Plaça, con tanto declivio como fuere ſu altura, que otro tanto ſe ganarà de flanco principal, y ſiendo mucho el ſegundo fuego no ſerà neceſſario que caiga la muralla con dicha obliquidad por todo el; mas baſtarà lo haga por aquel eſpacio que ha meneſter tener libre para deſcubrir la cara opueſta lo prolongado del flanco, y de eſta manera, ſe viene à ganar en el flanco Plaça para alojar dos pieças mas: y pareciendo que el flanco prolongado no queda bien opueſto al foſſo de enfrente, ſe harà caer algo dentro de la Cortina, conſiguiendo aſſi lo que ſe pretende.

## *De las Plaças bajas ò Caſamatas.*

HAllanſe muchos Autores que repruevan las Plaças bajas, como Marlois, Eſtebin, Doguen, Pedro Sardi, y otros, y tuvieran raçon ſi por lo preſente ſe hizieſſen cubiertas y cerradas como ſe hizieron por lo paſſado, llamandolas Caſamatas (lo miſmo que caſa de donde ſe matava) cuya forma ſe reprovò,

por-

porque à pocos tiros, se llenava toda de humo de los fogones, imposibilitando à los defensores aguantar en ella mucho tiempo : y sin esto corrian el peligro de que cayendo el techo con los continuos tiros de las baterias de à fuera, quedasen sepultados. Mas no es esta la raçon que los obliga à los dichos Autores, respecto de fabricarse oy descubiertas; y assi lo que alegan es lo siguiente.

Las Plaças bajas, siendo los fossos de agua estan sujetas à que las aguas entren en ellas, haviendo estas crecido por continuas lluvias ò niebes; y siendo seco corre riesgo de ser suprendida por alli la Plaça, por la poca altura de las Plaças bajas, las quales no se pueden fabricar en los recintos antiguos, ni menos en las fortificaciones de tierra : y en las de piedra ò ladrillo enflaquecen el Terraplen del Balvarte, con las bovedas que hazen embutidas en el flanco interior : à fin de meter en ellas pertrechos y otras cosas, no siendo suficiente raçon para hazer las Plaças bajas la de que en ellas se tienen pieças guardadas cubiertas de la espalda ò orejon, supuesto que arruinado este, quedan las pieças descubiertas, y malogrado el intento con que se hizieron y finalmente; la Plaça baja es inutil, pues quando ella havia de servir, que es al passajo de la brecha, tienen ya los sitiadores, arruinada la parte mas pro-

proxima de la Cortina estorvando con sus ruinas, el uso de las Plaças bajas; y puestas contra ellas Baterias, tirando al flanco alto, ciegan con las ruinas deste la Plaça baja, molestando sus defensores, los quales estàn siempre en peligro de ser volados con sus municiones, por los tacos que caeràn de la Artillèria que se disparare del flanco alto; à cuyos defensores obscùreze, y embaraça la vista el humo de los tiros de la Plaça baja; laqual corre riesgo de las bombas que se arrojaren de la Campaña; que rebentando haràn grande estrago, rompiendo las cureñas, y descabalgando las pieças.

Ninguna de las razones alegadas tiene fuerza para destruir el uso de las Plaças bajas, porque dezir que no se pueden hazer en los Balvartes que se colocaren al rededor de un recinto viego, es engaño, porque quien saca un Flanco de la Muralla podrà sacar otro delante, ò detràs del; y por lo que mira à las fortificaciones de tierra, cada dia vemos hazer en sus Balvàrtes flanços bajos, dejando la Plaça baja capaz. Y quando se pretenda que sea mayor y de mas altura el Balvarte, no es dificil, haziendole su Orejon, ò Espalda, ò ondidura, y flanco interior revestido de piedra, ò ladrillo; y salvase el inconveniente, que causan las ruinas del flanco interior, con darle al espacio de la Plaça baja de veinte y cinco, à trein-

treinta y cinco pies ( y haziendo un fosso de cinco à seis al pie del flanco interior si se quisiere ) y el de que los tacos que pueden caer de las pieças del flanco alto, y pegar fuego en las municiones, con no tenerlas alli expuestas al peligro que por todas partes corren, metiendolas en un Almagazen, que para este fin se hazen en las bovedas que dàn la entrada à la Plaça baja, embutidas en la mesma muralla; donde se tienen proximas, y seguras de todo accidente. Y si el humo embaraça, y quita la mira à los de la Plaça alta, digo que desde ella no se ha de tirar en aquella ocasion de punto en blanco. Y que el mesmo estorvo se ofreze à los sitiadores para apuntarlos à ellos. El peligro que se tiene en la Plaça baja de las Bombas que tiraren de à fuera, se escusa con guardar las Municiones, como se ha dicho, hazer las cureñas cortas como se usan en los Baxeles, y dirè despues, y acogiendose la gente à la boveda. *Tocante* à que las aguas pueden debordarlas, es objecion de poca susistencia: pues dado caso que con las llubias, ò niebes se llenen de agua los fossos, tienen para esso todos sus condutos por donde se llenan y vacian: y traer para reprovarlas el que las ruinas de la parte de las Cortinas proximas à ellas impidiràn su uso, mucho es menester derribar para llenar veinte ò veinte y cinco pies de profundor de fosso : quando

si

ſi por ſer ſeco ſe puede perder por alli la Plàça; no es dudable ſucedera lo meſmo por qualquiera parte; porque quien lleva una eſcala pequeña, la podrà llevar grande, entera, ò dividida en trozos. Ademas que la Plaça baja tiene ſu primera, y ſegunda puerta; y en eſte caſo la vigilancia ſalva todo mal ſuceſo.

Las piezas, que en las Plaças bajas y altas ſe tienen guardadas eſtaràn ſeguras cubriendolas de una grueſa eſpalda ò Orejon, lo que ſe facilita haziendo un gran Flanco, como yo hago en mi nuevo Metodo, de manera que las Plaças bajas quedan bien guardadas, y retiradas; de modo que no ſe deſcubran para batir ſus flancos haſta ponerſe frente por frente dellos. No es de mas fuerça la objecion que dizen de que las bovedas que van de la plaça baja por debajo del flanco alto, en flanquezen à eſte, y al Terraplen del Balvarte, pues no ay precepto ni neceſſidad que obligue à hazerlas alli. Y concluyo con que las plaças bajas fabricadas con las obſervaciones dichas ſon muy utiles, pues ſe tiene en ellas flanco alto y bajo; ſirviendo eſte de barrer el foſſo ſin ſer deſcubierto de la Campaña: Y confirma ſu utilidad el ver que las plaças de mayor conſequencia, (tanto antiguas como modernas) las tienen; y en particular las Ciudadelas de Cambray, Amberes, Gante, y Juliers (que en todas ay para ſu cubri-

brimiento eſpaldas ) como tambien la Villas de Hedin, y Gravelingas, y aſſi miſmo ſon celebres por ſus Caſamatas, las Ciudadelas de Turin, Caſal de Monferrat, y las Villas de Palma Nova, Narden, y Maubeugen. Que unas y otras eſtàn cubiertas de Orejones : ſiendo eſtas dos ultimas tan modernas que el año paſado ſe acabaron de fortificar.

Nota, que el Flanco bajo ſe ha de hazer ſobre el Orizonte, pues no neceſſita de dominar mas que la eſtrada encubierta. Y ſiendo neceſſario, ſe le añaden dos, tres, ò mas pies de tierra al dicho Orizonte ; y ſobre ellos ſe coloca el Parapeto, que le baſtan veinte ò diez y ocho pies de eſpeſſor. Nota mas, que el Almagacen dicho arriba ſe haze embutido en la parte de la Cortina que entra dentro de la plaça baja ( que es la linea retirada ) adonde cae la ventana que le dà luz, que ſe guarneze de una fuerte reja, y ſirve para en tiempo de ocaſion tener proximas y ſeguras las municiones : tiene ſu entrada por la meſma boveda, que dà la comunicacion à la plaça baja, y dicha boveda, ſe coloca proxima al flanco alto.

De

## *De los Orejones y Efpaldas.*

SIrven, como fe ha dicho, los Orejones y Efpaldas, para cubrimiento de los Flanços, y difputafe qual de las dos cofas fea mejor. Dizen los que quieren Efpaldas, que eftas tienen por la parte fuperior, mas capacidad para alojar en ellas mayor cantidad de defenfores, los quales todos tiran rectamente à defender la cara opuefta, lo que no haze el Orejon; porque como es redondo, todos fus tiros fon unos hazia la Cortina, y otros à la Campaña, y pocos de la mediania van à defender la cara.

A eftas objeciones refponden los que quieren el Orejon, y yo con ellos que la Efpalda no cubre tanto como el Orejon, el qual fobrefale mas, pues à falir tanto como el la Efpalda, quedara con poquifima refiftencia. Y por fer redondo el Orejon, no pueden las Baterias que los fitiadores hizieren fobre fu Efplanada opuefta, hazer en el prefa; à demas que fu folidez haze mas opoficion que la Efpalda que eftà fiempre expuefta à dichas Baterias. Y fi tiene efta ventaja, en que fus tiros fean rectos para defender la cara opuefta; quien quita los tenga tambien el Orejon, haziendole fu Parapeto en linea recta por la parte interna. De forma que por

por todas razones ſe deve tener por mejor el Orejon; y mas quando vemos que en las Plaças mas modernas ſe valen dellos.

## *De las Contraminas.*

Contramina, es un hueco ò boveda que ſe haze al rededor de las murallas reveſtidas de piedra ò ladrillo, en el eſpacio de ſu eſpeſſor, cuya anchura es de unos cinco pies, con poca diferencia, y la altura de ſeis à ſiete, haziendo frente de la tronera, adonde huviere de haver *Artilleria* retirada para ſu reculo: y quando el *foſſo* es de agua, tiene ſu Orizonte de tres à cinco pies mas alto que la ſuperficie del Agua; y ſiendo ſeco, ſe le da la miſma diſtancia deſde el plano del foſſo. Hazenſe en ellas para diſparar unas troneras cuyo ancho por la parte externa es de dos à tres pulgadas, y por tener eſta echura toda la Contramina, la *llaman tambien* Caponera. Aſſi miſmo ſe haze un reſpiradero, ò chimenea en la parte ſuperior correſpondiente à cada tronera, paraque por alli exale el humo de los fogones.

Gran diverſidad de pareceres ay ſobre ſi ſon, ò no, buenas las Contraminas, y todos los que las quieren, traen el que eſtas ſirven para lo meſmo que dize ſu nombre, como para contra la mina que hiziere el Sitiador, la qual,

de

de precision ha de venir à dar en la Contramina, donde cojiendo, à los que la van abriendo pereceràn: ò bien la havràn de hazer por debajo, ò por ençima de la Contramina: siendo esto ultimo dificil, y de poca utilidad, y lo primero aun mas penoso, y cosa en que se ha de tardar mucho, ganando assi tiempo los de la Plaza. Y si por salvar estos inconvenientes, no quieren abrir Mina, se hallaràn obligados à abrir brecha con el Cañon, y en tal caso queda el Flanco opuesto con duplicado fuego, con el que arrojarà de si su Contramina, para la defensa de dicha cara.

Cierto es que si el Sitiador ha de hazer forçosamente Mina en la cara del Balvarte, y no tiene Artilleria que oponer al flanco que la ha de defender, que podrà suceder lo alegado: mas como las Plaças no se sitian sin Artilleria, podràn dejar de hazer mina, y abrir brecha con ella, y en tal caso quedarà inutil la contramina, y aun perjudicarà la cara del Balvarte, porque todo su hueco tendrà esta menos de solidez, y de la misma manera le sucederà al flanco, que serà en mas breve tiempo arruinado, por ser de menor resistencia, respecto el dicho hueco de la contramina, y quando esto no fuese, no es dable que desde ella se pueda hazer gran defensa, porque haviendo de ser las troneras angostas, como tambien

bien ſus reſpiraderos, ò chimeneas, no puede exhalarſe por ellas el humo continuo que arrojan de ſi los fogones, (y mas ſi della ſe diſparare Artilleria) el qual moleſta, y aoga la gente, no pudiendo reſiſtir por eſta cauſa mucho tiempo en la contramina, y yo por curioſidad he hecho la experiencia: donde entrando, en una con algunos Diſcipulos mios hize que diſpararan dos dozenas de tiros y al cabo dellos fue preciſſo ſalir todos huyendo. Pues pregunto, à eſte reſpecto, que ſucederà con el fuego que ha de ſer continuado? Todas eſtas raçones ſon ſuficientes para dar à entender que el uſo de las contraminas no ſea de importancia alguna en las Plaças.

## De la altura de las murallas.

TRatarè adelante ampliamente de la materia, y fabrica de las murallas haziendolo aora de ſolo ſus alturas, que de ordinario ſon de quinze à veinte pies ſobre el orizonte, no excediendo de los veinte y cinco, por no incurrir en los inconvenientes que aquellos que las quieren de haſta quarenta, proponiendo para ello lo ſiguiente,

Con las murallas altas ſe conſigue cubrir ſus defenſores por todas partes, ſin quedar expueſtos à que levantando Baterias en la Campaña,

ò haviendo eminencias queden enfilados, ò descubiertos por las espaldas y costados. Siendo necessario para su fabrica sacar mucha tierra del Fosso, que todo resulta en mayor obstaculo para los Sitiadores, por necessitar de mucha fagina para cegarle, permiten que se hagan dos y tres plaças bajas, una mas alta que la otra; descubren mas à los Enemigos, ofendiendolos assi con las Baterias à lo lejos; cubren los Templos, Edificios, y los Almagazenes que es lo principal, estàn libres de escalada: pues no es dable que para semejante altura se hagan escalas enteras, ni en trozos, que puedan resistir el peso de la gente que por ellas subieren: obligan à que aproximandose à la plaça los sitiadores profunden sus trincheras, y hagan altos Parapetos; y ultimamente, son capaçes de predominar dos, tres, y mas Fortificaciones exteriores; observando la maxima de que la mas interior predomine à la exterior.

A estas ventajas se hallan mil objeciones porque para cubrir las partes descubiertas ò enfiladas, ay espaldas, ò levantar (por aquella parte que se descubren) mas la muralla: sin que sea forçoso hazerlo por todo el recinto. Y si por mas eminente se quisiere desde ella dominar alguna eminencia, ò descubrir una hoyada, para esso ay Cavalleros que lo haràn. Y si es el intento ha-

hazer mas de una Plaça baja, cabe executarlo, en veinte y cinco pies de altura; no teniendo fuerça el dezir, que por ser alta la muralla està libre de escalada: porque esto era bueno por lo passado, que se estilava mas que al presente, que las minas y Artilleria escusan esta diligencia. Y si es necessario sacar mucha tiera del fosso para su fabrica, esso mismo las reprueva, porque no en todas partes serà el terreno à proposito para ello, pues ay muchos que à poca distancia descubren Piedra, Agua, Arena, &c. Y quando esto no sea, no permitirà la excessiva altura, y profundidad del fosso que para descubrir su plano sea el parapeto de sufficiente espessor: y mas en estos tiempos que como dirè en su lugar necessita de serlo mas que hasta aqui, ò han de tener tanto declivio que queden inutiles por la parte superior, y no los salva querer dominar dos, tres, y mas Fortificaciones de à fuera, porque esto lo pueden hazer veinte pies de altura; y sin lo dicho tienen el inconveniente de no poder fabricarse murallas de tierra con tan grande altura. Y siendo de piedra ò ladrillo, han menester para mantener tanta maquina de tierra, gruessos y profundos fundamentos, causando excessivo gasto; y no es de mayor eficacia alegar, que las murallas altas cubren los Edificios, y Almagacenes, porque la cantidad de Bombas que aora se hecha en

una Plaça, no neceſſitan de mira para aruinarlos por todas partes. Y en concluſion, es dar aſſi à los Enemigos mucho objeto en que emplear la cantidad de Artilleria, con que ſe ataca, cauſando que las ruinas que hiziere, cieguen los Foſſos antes de tiempo, lo que era neceſſario hazer quando llegaſen a poner ſus Baterias en la eſplanada, las quales eſtando en dicho paraje tendràn yà deſmoronada toda la muralla, arruinadas ſus Baterias, y deſcubierta la Gente, ſin que pueda parar un hombre en ella: y aſſi deven ſer de la medida dicha.

Nota, que de qualquier altura que ſean las murallas, ſiempre quedan las caras de los Balvartes (ò de otra Fortificacion) unos dos pies mas altas por el Angulo flanqueado, que por el de la Eſpalda, ò principio dellas, deſde donde van aumentando imperceptiblemente haſta dicho Angulo: y hazeſe eſto para cubrir mejor el Terraplen del Balvarte, que tambien va pendiente con el miſmo orden azia la gola.

## *Del Cordon.*

ESte es, aquella liſta de piedra redonda, que ſe pone tres ò quatro pies antes de terminar el muro por la parte ſuperior, y aunque ay quien lo condena, diziendo ſirve de mira à las Baterias de à fuera: No es raçon que equivale

vale; pueſtoda la Plaça es objeto, antes ſirve de mas pie al Parapeto, y de ornato à la muralla; y haze ſe de medio à tres quartos de pie de alto, quedando fuera del muro medio pie con poca diferencia.

## *De los Contrafuertes.*

LOs Contrafuertes ò Eſtribos, ſon unos Pilares quadrados, que ſe hazen al rededor de las murallas reveſtidas por la parte interior, quando el terreno no es bueno; daſe les de ſeis à ſiete pies azia la Plaça, y de cinco à ſeis de ancho, diſtantes unos de otros de ocho à diez, y unas y otras medidas ſe aumentan, ò diſminuien ſegun la buena ò mala condicion del terreno: Hazenſe eſtos Pilares para impedir que la tierra no caiga toda de golpe ſobre la muralla; y la arruine. Ellos han de quedar embutidos en el terraplen de la muralla ſin deſcubrirſe coſa alguna.

## *Del Camino de las Rondas.*

ESte es un eſpacio de quatro à ſeis pies de ancho, que ſe deja entre el Parapeto, y el Cordon, para el paſſaje de las Rondas: y paraque los que la hazen, no caigan en el foſ-

so, se haze un pretil à la orilla de uno à dos pies de ancho, y de quarro à cinco de alto. Mas yo tengo por de mas este camino, (à lo menos he hecho muchas Rondas en partes que lo havia, y jamas me embiaron por el) porque siendo (como es) solo paraque la ronda descubra el fosso, es escusado, porque de las garitas colocadas en sus lugares, lo hazen las Centinelas, sin necessitar de disminuir del fosso ò de la Plaça la distancia, que ocupa el dicho Camino.

## *De las Garitas.*

LAs Garitas se hazen, en las murallas, revestidas de piedra ò ladrillo; siendo su figura redonda, quadrada, pentagonal, ò exagonal, &c. dandoles de dos pies y medio, à tres de semidiametro, y seis de alto, cubriendolas de una media naranja, ò chapitel, y si la muralla es de tierra se hazen de madera: Y unas, y otras, de forma que sobresalgan del muro, quedando boleadas à la Campaña. Su principal colocacion es en el Angulo flanqueado, en el de la espalda, y en medio de la Cortina: lugares dedonde se descubre todo el recinto. El Camino para entrar à ellas ha de estar igual con el Terraplen de la muralla, formando un callejoncillo dentro del mismo parapeto. Ha de aver troneras en las caras de las garitas

tas para poder mirar de frente, y de costado, quando el Soldado se refugiare en ellas.

## *Del Terraplen de las murallas.*

NO serà fuera de proposito hazer el Terraplen en la fortificacion que se fabricare de nuevo, de mayor espessor que hasta aqui, como de treinta y seis pies, hasta quarenta; respecto que el arte enseña à hazer la defensa, segun que se hiziere la ofensa. Esta se haze en este tiempo, poniendo à una Plaça multitud de Artilleria, y no solo se ha crecido en el numero, si no aumentado el uso della: con que en breve hazen brecha, arruinando de tal manera la muralla que no dexan capacidad para hazer una cortadura, ny alojar una pieça.

Los reparos que contra esto se pueden traer, son los que hazen muchos Autores, que quieren, que tanto el espessor de la muralla, como su altura, y demas partes, sean à proporcion de los lados, ò Balvartes que tuviere la Plaça; dando à la figura de cinco lados mayores partes que à la de quatro, y assi de las demas; que es cosa bien estravagante; porque para observar este orden, era necessario que el que viene à atacar una Plaça, tuviese por punto de honra no traer tanta, ni tan gruessa Artilleria para la que tiene cinco Balvartes, como para la

que consta de seis, &c. Tambien se puede alegar, que tan gran Terraplen necessita de mucha tierra, la qual no se halla todas vezes. Y quando esto se salve, no el que se disminuye la superficie de la Plaça, y se multiplica el gasto; Si bien esto ultimo no haze fuerza: pues en tal caso mas valdrà no gastar nada, que hazerla tenue, y sin provecho. Y si disminuye la superficie, no se dize que esto se execute en plaça de poca capacidad, ni tampoco se haga mas esfuerço en buscar la tierra que la que diere de si el terreno donde se abriere el fosso, y nunca se han de buscar, ni proponer impossibles, mas si aconsejar, que pudiendo se use de lo mejor, que es de lo propuesto arriba.

Nota que ha de tener de pendiente azia la Plaça unos dos pies, para que corran à ella las aguas, y se cubra mas la Gente, y que el escarpe ò declivio por la parte interior, ha de ser igual à la altura de la muralla: Tanto para mayor refuerzo, como para facilitar la subida. Del exterior se hablarà adelante. Nota mas, que entorno del Terraplen plantan algunos, una, dos, ò mas hileras de arboles, lo que otros juzgan por vicioso, pareciendoles que el ruido de las hojas impiden à las Centinelas oir, si passa algo en el fosso; pero esto se remedia con cortar las ramas de abajo, y se tiene con ellos la utilidad de poder hazer cureñas, estacas, fagina, y fuego

fuego para cozer el pan en la neceſſidad; y luego, que ſus raizes travan, y unen la tierra de manera que hazen mas permanente la muralla; laqual queda con tal adorno que la hazen viſtoſa aſſi de à fuera, como de à dentro.

## *Del Terraplen del Balvarte.*

NO faltan Autores, y bien claſſicos en la Architectura Militar como el Conde de Pagan, Erard de Barleduque, y otros que quieran ſean los Balvartes vacios y no terraplenados: y ſe fundan en que un Balvarte vacio ſe puede hazer con mas facilidad en todas ſuertes de terrenos, que no el terraplenado, pues no ſiempre ſe halla la tierra que ſe quiſiera. Y tienen mas la ventaja de que ſabiendo por donde el ſitiador haze la mina, ſe puede por ellos contraminarles, y dando en la mina fruſtrar ſu intento. Dizen tambien, que en aquella hoyada, ò vacio del Balvarte caeràn todas las Bombas, librandoſe aſſi dellas los defenſores que eſtuvieren en la Muralla de el. Queda dicho ariba, que no ſe han de proponer impoſſibles, y aſſi de neceſſidad ſe habrà de hazer el Balvarte vacio quando ſe careciere de tierra. Dezir que facilitan contraminar al enemigo, es objecion contra ſi meſmos, pues ſabiendo eſte, conſta el Balvarte de ſolo el terraplen de ſu

Muralla, procurarâ primero arruinar la cara con la Artilleria, que embaraçarse en minarla. En quanto à que las Bombas caeràn todas en el vacío, era menester estar do acuerdo con ellas, que luego que diesen en la Muralla rodasen à el, pero son de tal naturaleza, que donde caen se meten un estadio de bajo de tierra: de que se infiere que solo de aquellas que cayeren de suyo en el vacio, se podràn librar: y luego, que para esto hay remedio, sin necessitar de hazer el Balvarte vacio; como es tener hecha cortadura en el, que pueda servir quando fuere necessario, y dexandola sus comunicaciones, çayendo la Bomba en la parte del Angulo flanqueado, podrà retirarse la Gente azia el de la gola; y al contrario. Y sin esto no se puede negar que todo lo que fuere mas solido es de mas resistencia; y que en un Balvarte vacio no se pueden hazer las cortaduras en la ocasion que en el terraplenado, porque serian dominadas del sitiador, y es contra maxima. Y si el Conde de Pagan lo quiere vazio, es porque tiene el Balvarte doble, sirviendole para cortadura el segundo. Y concluyo con dezir que el Balvarte deve ser terraplenado por las raçones referidas.

*Del*

## *Del Parapeto.*

LA mesma raçon que dixe de las murallas, milita en los Parapetos, y aun mas fuerte, pues no siendo de tan grande espessor, estàn mas presto sujetos à total ruina; y assi como hasta estos tiempos se han tenido por buenos de diez y ocho, à veinte y cinco pies, segun el terreno; deben ser en lo de adelante de veinte y cinco à treinta; quando la altura, y longitud de las murallas lo permitieren: porque nadie duda, que quando la muralla es muy alta no sufre tanto espessor el Parapeto de los flancos, y lo mesmo quando es corta la Cortina, y menos lo puede ser siendo uno, y otro. Por la mesma causa se ha de procurar darle poco declivio, no cuidando de si van los tiros de la cara del Balvarte al bordo de su fosso, ò Parapeto de la estrada encubierta, pues esta no se ha de defender de dicha cara, si no del primero ò segundo flanco opuesto; y assi serà bueno darle de tres à quatro pies de altura por la parte exterior, y seis por la interior, sin comprehender la banqueta, qne serà de uno hasta pie y medio: y esto no porque el Parapeto necessita de tanta altura, porque assi fueran pocos los que pudieran disparar en el, si no porque à pocas llubias desminuye medio

pie,

pie, y mas, quedando despues en proporcion.

## *De las Baterias, y Troneras, ò Cañoneras.*

HAse disputado si son mas ventajosas las Baterias hechas à barba (llamanse assi las que no tienen mas de un Parapeto de tres pies de alto) ò las cubiertas con Parapetos, abiertas en el sus troneras, y traen en favor de su opinion, los que las quieren à barba, que assi pueden tirar à todas partes, y escusar la tierra, y gasto de los Parapetos, y la debilidad con que quedan los merlones (que es la porcion del Parapeto que esta entre dos troneras) haviendo de ser las Baterias cruçadas, que de necessidad teniendo muchas pieças quedaràn por la parte exterior tan flacos que se arruinaràn à los primeros Cañonazos.

El Autor que pone por objection el gasto que harà el Parapeto, valiera mas hiziera el reparo en el riesgo que corren las pieças de ser todas quebrantadas, y descavalgadas de qualquiera parte de la campaña, y en que no havrà Artillero que con gusto esté en semejante lugar; Y mas con tantas Baterias como se oponen à una Plaça, de forma que tal parecer es de poco fundamento, y assi las Baterias deven tener su cubrimiento, dando à sus parapetos de siete

à nueve pies de altura , haziendo las troneras à los tres , dexando sù abertura por la parte interior de dos à tres pies , y por la exterior de seis à ocho. Y de darle menor abertura se descubre poco terreno de la Campaña , y el rebufto de la Pieça abrasa los costados de la tronera : y de dar mas , se hazen los merlones flacos , de poca resistencia , y se ofrece à las Baterias de à fuera mucho blanco ; y con facilidad descavalgan las Pieças.

Observase quando se haze una Bateria que sea cruçada , exemplo en un flanco , donde à las pieças de su mediania se les abre las troneras, de forma que tiren derechamente al fosso , y estrada encubierta opuesta, pero las que estàn desde ellas, al Angulo de la espalda , tiran à la cara de enfrente, y las que corren azia el Angulo flanqueante , al fosso , y estrada encubierta , que coresponde frente de dicha cara , excepto la que estubiere proxima al Angulo , que ha de descubrir parte de la Cortina , y flanco opuesto.

Supuesto que en los sitios se ha aumentado la Artilleria , serà bueno oponer la fuerça à la fuerça , duplicandola en las Plaças , y paraque quepan mas en un flanco , serà acertado cavalgarlas en Cureñas de mar que ocupan menos terreno , cuestan menos , respecto que con el coste de una se podràn hazer tres ò quatro , y ne-

necessitan de menos gente para su manejo, no dando su cortedad à las Bombas el objeto que las ordinarias; pudiendose meter à cada doze pies (de centro à centro de tronera) una pieça : y tienen mas la ventaja, de que descavalgada alguna se monta con facilidad, y con la mesma se puede conduzir de una parte à otra.

Puedese traer contra el uso de las dichas cureñas el que por su poca altura no seràn los tiros del alcance, que son los de las pieças cavalgadas en las cureñas que se usan; ni tampoco descubriràn tanto el plano del fosso, y su reculo serà mucho mayor : mas remediase lo primero y segundo, con levantar la esplanada desde la tronera, hasta lo ultimo del reculo, y lo tercero, con tener sufficiente espacio la muralla como queda dicho ; y en caso que no, poner unos maderos à uno y otro lado de la tronera, con unas argollas, por donde con guindaletas ò bragheros se podrà detener su violencia : y tambien se romperà esta, haziendo la esplanada dos pies mas alta de atràs, que de adelante : pues por eso se hazen los parapetos tan altos.

Por lo que mira à la esplanada no se deve hazer ya de tablones de tres à quatro pulgadas de gruesso, si no es de un pie en quadro, y por las caras que se huvieren de juntar havrà en el uno unos tarugos de madera puntiagudos, y en el

otro

otro unas concavidades donde encajen. Y una Esplanada, en esta forma no es facil la arruinen las Bombas; y de ellas se deve servir en las partes, donde las Baterias ayan de ser estables; como en los flancos altos, y Plaças bajas; porque en las caras de los Balvartes, no tengo por acertado hazer baterias: pues muestra la experiencia, que sirven de blanco para los que arrojan las Bombas; no dexando parar con ellas Artillero, ni persona en el Balvarte, descavalgando las pieças, arruinando las cureñas, y Baterias de los flancos; que deven estar conservadas para la ocasion. De forma que serà mejor no tener abiertas cañoneras en la cara, si no es por precision; pues en la Cortina hay sufficiente plaça para hazerlas.

## *De los Cavalleros.*

SOn los Cavalleros unas baterias, ò cuerpos levantados sobre el Terraplen de la muralla y Balvartes, ò en las golas destos. Y discurrese en qual de estas partes sean mas ventajosos, como assi mesmo sobre su forma ò figura, y si son, ò no necessarios en toda fortificacion, haziendolos valer los que los quieren con estas razones.

Los tiros de los Cavalleros son de mas alcance, que los disparados de la muralla, y assi des-

descubren, y molestan mas à lo lejos à los enemigos: obligandoles, que en sus ataques redoblen y levanten mas el parapeto de las trincheras, descubren las oyadas, y predominan por todas partes, arruinando las Baterias hechas en qualquiera parte de la Campaña; y en llegando los enemigos à lo estrecho, es notable el daño que reciben, como los reparos, y alojamientos que hizieren en el fosso, estrada encubierta, y esplanada opuesta, de los Cavalleros que estuvieren colocados en el segundo flanco, ò gola del Balvarte; teniendo este ultimo la ventaja de defender las dos caras de los Balvartes colaterales, que todo es aumentar fuego en la Plaça.

Los que reprueban los Cavalleros dizen, y con razon que si por ser de mas alcanze sus tiros que los de la muralla: descubren, y ofenden de mas lexos à los enemigos: tambien estos à los dos, ò tres ramales, estàn libres, y cubiertos de su Artilleria; y quando se hallen en paraje de ofender con sus Baterias, la Plaça, las Murallas de esta haràn lo mesmo en ellos. Dezir que arruinaràn los trabajos, que los sitiadores hizieren en el fosso, estrada encubierta, y esplanada, mal lo podràn hazer en tan corto trecho, como hay desde estos lugares al segundo flanco, sin dejar los parapetos muy flacos. Ademas que estos son unos tiros obliquos: y quando en

ri-

rigor se les conceda esta preëminencia, no aguardarà el sitiador à que use della, supuesto que desde qualquier parte de la Campaña, le sera muy facil desmoler el Cavallero, destruyendo con sus ruinas la Muralla, çegando con unas y otràs el fosso, cubriendo el flanco principal, y aun le sobra la Artilleria para executar esto, respecto que las primeras Bombas que echare dentro, descavalgaràn las pieças arruinando las esplanadas, y rompiendo las cureñas (como se experimentò en el sitio de Luxenburg) no siendo facil conduzir en breve otras pieças à tal lugar. Y dado caso que el Cavallero estè en la gola del *Balvarte*, de necessidad, habrà de ser muy alto para salvar los flancos, y entonces se arruinarà de à fuera como el referido, y fuera mejor y costarà menos aumentar el Balvarte de un flanco mas à cada lado, consiguiendo con esto, fuegos regulares, que no tener la gola embaraçada, quando en caso de necessidad se quisiere hazer en ella segunda cortadura; porque bien à la clara se conoce que la impiden, como tambien la primera, si el Cavallero està en el Terraplen del Balvarte, en el qual alojados los enemigos en la brecha se hallan cubiertos. De que se infiere, que las razones alegadas arriba son de poca fuerça para tener en estimacion los Cavalleros, cuya fabrica es de excessivo gasto, por haverse de subir la tierra del fos-

fosso, y para hazer el pendiente ò escarpe, por donde haya de subir, y bajar la Artilleria.

No se pretende con lo dicho, destruir del todo el uso de los Cavalleros, antes si, se aconseja se hagan quando, y donde la necessidad lo pidiere, para cubrir alguna parte de la Plaça, descubrir bajos, y predominar eminencias, que sòlo se ha querido dezir ser demas, el traherlos en las construciones por regla general; y en esta suposicion digo, que quando se huviere de hazer alguno, sea de quince à veinte pies de altura, ò segun pidiere el terreno, dandole la capacidad necessaria para las pieças que se huiveren de alojar, dexando doze pies de intervalo de una à otra: y para el reculo se tomaràn de veinte y cinco à treinta pies de ancho, haziendo un pretil de unos dos azia la Plaça, para la seguridad de la gente.

Sobre su colocacion no discurro, pues si se ha de hazer solo por necessidad, ella mesma dirà donde ha de ser, si bien serà bueno sea en el segundo flanco, si le hubiere, porque en la gola, aunque tiene ventaja de barrer las dos caras colaterales, estorban (como queda declarado) las cortaduras, y tambien ellos se pueden arruinar por los dos lados. Su figura es mas propria la circular que la quadrada, porque esta ofreco mas pressa, y no puede tirar à todas partes como la redonda.

*De*

## *De las Puertas , y Puentes.*

EN los tiempos antiguos acoſtumbravan hazer muchas Puertas en el recinto de una villa , tanto para tener mas prompta la comunicacion con otra , quanto para facilitar la ſalida à la Campaña à los habitadores , y aun en eſtos tiempos ha havido quien ha eſtimado la abundancia de Puertas, diziendo que aſſi ſe pueden hazer ſalidas en tiempo de ſitio por todas partes , y aſſi miſmo recevir los ſocorros : pero todas eſtas razones ſe confunden con la conſideracion de que muchas Puertas cauſan muchos cuidados , y ocupan cantidad de gente para ſu guardia , y es por donde eſtà ſiempre en peligro de perderſe la Plaça por ſurpreſa ; y aſſi ſe haràn ſiempre las menos que fuere poſſible.

En algunas partes las han colocado en la cara del Balvarte, y en otras en el flanco ; mas reconoziendo que eſte ſe enflaquece , haviendo de ſer la principal defenſa, y que à la cara del Balvarte ſe oponen de ordinario las Baterias para abrir la brecha , ſon pocos de opinion de abrirlas en dichos parajes, y luego que el Puente de la cara eſtà muy expueſto a los tiros que ſe hizieren de la eſplanada opueſta : Razon porque ſu lugar principal es en medio de la Cor-

K tina

tina donde eſtàn defendidas de los Flancos colaterales ; dandolas onze ò doze pies de ancho y haſta quinze de alto, acabando en boveda, y procurando que vaya bolviendo, y no derecha, para eſcuſar que no quede enfilada la calle de la Campaña : ò que arrimando un Petardo à la primera Puerta, abra brecha en las demas. Suelenſe poner en un lado, y otro del umbral, unas piedras redondas, para que los carros no deſmoronen los quicios. Su frontiſpicio ſerà de piedra labrada à la Toſcana, que es obra fuerte, y durable. Las Puertas ſe haràn de roble de dos ò tres tablas de grueſſo, que cada una tenga 2. ò 3. pulgadas, y barreteadas de barras de hierro.

Hazianſe de antes unos Raſtrillos, ò enrejados de maderos, levantados arriba, pendientes de una maroma, y para mas ſeguridad de las Puertas lo dexavan caer en tiempo de neceſſidad; pero conociendo que detenido un madero en el aire, lo eſtava todo el raſtrillo, hallaron que era de mas utilidad tener eſtos maderos deſunidos: los hizieron de medio pie de grueſſo con ſus puntas herradas, diſtante uno de otro medio pie, y paſſando todos por un madero en lo alto, ſe tienen pendientes de una maroma rodeada à otro madero, y eſto cada uno de por ſi, que ſi no caen todos de golpe à tierra, y caſo que ſe rompa alguno, importa poco,

poco, porque cae despues el trozo restante. Y à este genero de rastrillos llaman organos.

A los lados de la Puerta principal suelen hazer otras puertas pequeñas, con unos Puentecillos de una tabla que cae sobre el puente principal, capaces de passar por ellos una persona, para escusar que estè abierta de ordinario la puerta grande.

El puente levadiço serà de la grandeza de la puerta, paraque levantado la cubra: y los maderos que le unen ò forman seràn de ocho à diez pulgadas de gruesso, dando algo mas al que tiene el movimiento, el qual entorno de sus extremos deve tener unas bandas de hierro, y unos pernos en los centros, de dos à tres pulgadas de gruesso, y de medio à tres quartos de un pie de largo, que vienen à ser los quicios sobre que el puente se ha de mover: estos se encajan en unas sortijas ò bandas de hierro capaces de que en ellas se buelvan los dichos pernos. Los braços ò agujas tendràn de largo el doble de lo que fuere el Puente levadizo, teniendo la mitad de la parte interior, y otro tanto por la exterior; su gruesso serà de un pie en quadro, aunque por la parte de afuera van disminuyendo las agujas azia la punta, hasta quedarse en cosa de medio: los pernos de hierro sobre que se mueven estos braços embutidos en las mesmas piedras de la puerta con sus sor-

ſortijas, ſeràn como los referidos arriba; y el quadrado, que por la parte de adentro forman los braços, ſe cruça con otros maderos en forma de aſpa para el contrapeſo: y ſe procurarà que las cadenas que levantan el puente eſtèn bien eſlavonadas, y ſean grueſſas lo ſuficiente.

Lo reſtante de todo el Puente, ſe haze de unos diez y ſeis pies de ancho; fabricandoſe mas preſto ſobre maderàmen que ſobre pilares de piedra: lo uno porque eſtos tienen mas blanco para la Artilleria; y lo otro porque à los de madera pueden los de la Plaça pegarles fuego quando quiſieren. Fabricanſe dos ò tres pies mas abaxo que el orizonte, paraque no eſtèn tan expueſtos, y al fin ſe haze otro Puente levadizo, enſanchando por alli el principal por los coſtados, para hazer un cuerpecillo de guardia à cada uno. Por la parte de à fuera del Puente ſe hazen unas Barreras à los lados; que ſe van à juntar à una puertecilla hecha en forma de garita, capaz de entrar un hombre por ella. Y quando ha de entrar algun carro, ſe abre para ello una de las dichas barreras.

Otras puertas ſe hazen en las Plaças que caen al foſſo que vienen à la ſuperficie del agua, adonde la hay, ò haſta el fondo quando es ſeco. Llamanſe poternas, y ſirven para hazer por ellas ſalidas en tiempo de neceſſidad; ſu colocacion ſerà en la parte mas oculta, como azia

don-

donde se junta el Orejon, con el flanco, donde le hubiere, ò arrimado al flanco en la cortina, teniendo advertencia que tanto por la parte exterior, que interior, tenga buenas Puertas de madera, y rejas de hierro.

Yo soy de opinion que en la Cortina que huviere de tener delante de si Revellin se dexe una puertecilla de quatro à cinco pies de ancho, y siete de alto, para la communicacion de dicho Revellin, que serà por un puente que tenga unos cinco pies de ancho, fabricado sobre Pilares de madera con las tablas en falso, de forma que se puedan poner, y quitar quando se quisiere; no obstante que para todo esto ay grande contradicion, como dirè adelante.

## *De la Falsabraga.*

LA Falsabraga, ò Antemuro, lo mesmo que antiguamente barbacana. Son muchos de opinion sea tan alta, que domine las fortificaciones exteriores, como lo pide el orden de la fortificacion (y era necessario paraque quedase desenfilada) pero esto venia à ser ya segunda muralla, y no conseguir lo que se pretende con ellas que es barrer el fosso, haziendolas sin mas altura que la del parapeto, sobre el nivel de la Campaña, teniendolas libres y seguras para este efecto, de las Baterias de à

fuera. Mas reconociendo, que quedando tan bajas, no solamente estàn dominadas de las dichas Fortificaciones exteriores, sino que de la esplanada por frente del Angulo flanqueado, quedan enfiladas por las Caras del Balvarte immediato; y que assi mesmo se prolonga por aquella la estrada encubierta, ò se disminuye el fosso; se haze solo en las Cortinas y flancos, y es cierto que vale mas con esta costa hazer buenas Plaças bajas, cubiertas con sus Orejones, que las falsasbragas; razon porque muchos las escusan en la Cortina haziendo solo un flanco bajo. Y si à caso en algun tiempo se resolviere à hazer, se le darà de veinte y cinco à treinta pies de distancia, hasta la muralla interior, y su parapeto de veinte, y esto es en las fortificaciones de tierra, porque en las revestidas no es praticable; su comunicacion se harà por la parte que diximos en las Plaças bajas.

## Del Fosso.

HAzese el fosso por dos raçones, una para impedir al Enemigo, que no se arroje de golpe à la plaça; y otra, porque del ha de salir la tierra para levantar la muralla: lo que demuestra que el fosso viene à ser la muralla al reves; y que deve ser en anchura y profun-

fundidad, quasi lo mesmo que ella; como de ciento, à ciento, y veinte y cinco pies de ancho, y de quince à veinte, ò veinte y cinco de profundo, salvo accidente en el terreno, de hallar luego agua ò otro embaraço, que en tal caso se harà menos profundo, y mas ancho, cuidando de que esto ultimo no lo sea tanto, que la estrada encubierta, y esplanada opuesta à los Flancos quede muy distante de ellos, porque ademas que no offenderian à placer con el mosquete al Enemigo, podrà este alojando alli sus Baterias, descubrir hasta los cimientos de la Muralla, cuyas ruinas con poca Farina le facilitaràn el passo à ella.

Si el impedimento fuesse haver hallado roca, se harà al contrario, como es estrechar el fosso y profundarle, con advertencia de que su plano quede descubierto de los parapetos, pues de otra manera fuera necessario para hazerlo disminuirles su gruesso, y darles mayor declivio. Y en lo demas no pierde el fosso por profundo, mas si por angosto; porque puede passarse facilmente con un puente artificial en una noche obscura, y en semejantes lugares, como en los que vamos hablando se dexa la Contraescarpa perpendicular en la mesma roca. El modo de abrir brecha en ella, y como esto se executa, dirè quando trate de la fabrica de las Murallas: advirtiendo aqui que en todo fosso, la

Contraescarpa es mejor, quando està revestida, porque es de mas dura y mas penosa la baxada al fosso para los Enemigos.

En algunas Plaças ay en el medio del Fosso otro pequeño, à que llaman Cuneta, ò Refossseto de quinze à veinte pies de ancho y de doze à quinze de profundo: los que se hazen en fossos secos, es para que se recojan en ellos, las aguas de las llubias, y sirva de embaraço al Enemigo: mas yo hallo esto escusado, quando el fosso tiene su plano bien annivelado, que entonces las aguas se consumen ellas mesmas; y no que el tal Refosseto, quita que la Cavalleria pueda correr el fosso por todo; Pero en los de agua, no serà dañoso si lo hubiere.

Dudase, y hase dudado en todos tiempos si es mejor el fosso seco, ò el de agua; los que quieren el ultimo, traen en su defensa, que teniendo el fosso con solo siete pies de agua està ya libre de surpresa y escalada la Plaça; y quando los enemigos traigan barcas, no les serviràn de nada, si entorno del fosso por su mediania, huviese un recinto de tierra tan alto como la superficie del agua, ò bien en su lugar una fuerte estacada errada por su extremo con puntas de hierro; y quando en el hyvierno se elare el fosso se impossibilita mas su pasaje, rompiendole todos los dias por su medio, y regando al rededor como tambien la

mu-

muralla, no dexando assi donde fixar el pie lo elado; sin lo dicho se tiene la ventaxa, de que en tiempo de salida no se entren los Enemigos en el fosso, tras de los sitiados, quando se vayan retirando, y ultimamente es necessario cegarlo para passar à la brecha, y más si es de agua corriente que en tal caso es menester sangrarlo ò se passarà con travajo.

No se conforman con este parecer los que quieren el fosso seco, antes dizen encontra de las razones alegadas, que el fosso de agua causa con sus vapores, y humedades enfermedades en las Plaças, son incommodos para las salidas, porque rotos los puentes no las pueden hazer, y el mesmo embaraço se ofrece para recebir los socorros, y sin esto no se puede negar, que haviendo de ser lo uno y lo otro por parte conocida; es facil acudiendo à la cabeza del Puente cortarles el passo; y haver de hazerlo por Barcas, es muy penoso, y mas si hay en medio del fosso, el obstaculo de la Palizada ò tierra, que dizen pondràn en su medianìa; y no haze mas fuerça el querer no pueda ser la Plaça surprendida rompiendo los yelos, pues vemos por experiencia que suele suceder que al passo que se va abriendo se buelve à elar, y tocante à lo regado, ay hierros que puestos en los çapatos dan lugar à afirmar los pies, y lo mesmo haze un poco de paja rebuelta à ellos,

los; y finalmente no ofrecen la conveniencia de las cortaduras, y fortificaciones de cofres, y otras cosas que se pueden hazer en el fosso seco; al qual se sale, y entra por Poternas, tanto con Infanteria como con Cavalleria, pudiendo unos y otros correrle por todas partes; como tambien la estrada encubierta, teniendo para este fin subidas, y bajadas à el, las quales estàn hechas en pendiente ò escarpe, frente de los Angulos de la Espalda, viniendo à caer azia la parte que mira à la Cortina. Y para impedir que los Enemigos no entren tras de los sitiados quando se retiren, se puede poner al fin de cada bajada una Barrera.

De lo dicho se colije quan problematico sea este punto, pues de una, y otra parte se alegan fuertes razones; y al fin convienen todos por ser lo mejor, en que fuera bueno tener un fosso que de ordinario estè lleno de agua, y que en tiempo de sitio se pueda quitar, lo que en muchas Plaças se halla: mas yo digo, que para conseguir esto, es menester que por abajo estè empedrado, y que se tenga mucho cuidado de limpiarlo muy amenudo; pues de otra manera no se tendrà en la ocasion ni uno ni otro; y aun esto tiene el inconveniente, de no poder bien jugar la Cavalleria: y pues deste comun parecer, consta ser para la defensa el fosso seco mejor: yo le quisiera assi siempre en

las

las Plaças grandes, las quales son capaces de tener de ordinario Golpe de Cavalleria de guarnicion para correrle quando se ofrezca; mas en las pequeñas le juzgo mejor de agua. Y por lo que mira à las surpressas lo mas seguro es la vigilancia: porque quando trate del sitio de una Plaça, yo darè modo como se pueda passar un fosso ò rio sin saber nadar por profundo que sea, marchando dentro del agua, llevando el Soldado consigo sus Armas, manejandolas si fuere menester.

## *De los Cofres y Damas.*

EN algunos passajes del fosso seco, como por frente del Angulo flanqueado, ò en medio de la Cortina, se hazen unas concavidades debajo de tierra, profundas del estado de un hombre; anchas de diez à doze pies, y largas al travès del fosso de cincuenta à sesenta, ò de toda su anchura; y cubrense dichas concavidades con una boveda que sale del fosso unos dos pies, quedando en forma de un cofre, y por esso les dan este nombre: hazense todo al rededor unas troneras, como las de las contraminas, paraque por ellas dispare la Mosqueteria, y barra el fosso. La comunicacion con la Plaça la tienen por debajo de tierra, alta del estado de un hombre, y ancha de cinço pies;

y

y por ſemejantes conductos ſe ſuele paſſar à las minas, que las puntas de la eſtrada encubierta, y eſplanada tienen en muchas Plaças.

Eſtos Cofres no hallo que ſean de utilidad alguna, porque no ſolo tienen el inconveniente, que las Contraminas por cauſa del humo; ſino, que no pudiendo ſervir haſta que los enemigos eſtèn en el foſſo, puede uno eſtar ſentado en cima de ellos y arrimado entre tronera, y tronera ſin que le ofendan, como cada uno lo puede conſiderar, y aſſi ſirven poco y cueſtan mucho. Con otro fin ſe hazen en el foſſo otro genero de Cofres, que el arte llama Damas, y el vulgo Cuchillos, el Francès las dize dodanas, las quales ſirven para que atraveſadas por el ancho del foſſo en dichos lugares, no ſe pueda paſſar de una parte à otra, y quando el foſſo es de agua, ſirven para hazer preſa, deteniendola que no corra de golpe à la parte baxa, quedando la alta ſin ella. Levantànſe deſde el plano del foſſo, haſta igualar con la eſtrada encubierta, porque de hazerlas mas altas, quedarian deſcubiertas de la Campaña; Su anchura es de diez à doze pies; y rematan por la parte ſuperior con un cavallete (como hazen los tejados) quedando de forma que no ſe pueda andar por encima del. Deſpues de determinada la altura que ſe quiere que tenga la Dama ſe dexa abierto en ſu termino un conducto

ducto pōr donde la demas agua baje colando à la parte baxa. Suelen darles la comunicacion à dichas Damas por dedentro para passar de la plaça à la estrada encubierta, y aun abrir en ellas troneras como en los Cofres, pero esto ultimo es vicioso, como tengo dicho, y lo primero muy peligroso.

## *De los Revellines.*

LOs Revellines se hazen delante de las Cortinas, para cubrir las puertas que en ellas huviere, y impedir que de ninguna parte de la Campaña se descubran los flancos, hasta llegar al lugar de la esplanada opuesta à ellos: daseles de ducientos à ducientos y cinquenta pies de cara, y hasta trecientos en necessidad, las quales se tiran de ordinario de los Angulos de la espalda: mas aconteze, que en lo irregular, por ser pequeña la Cortina, se tiran de otros puntos de mas adentro de las caras, paraque el Revellin sea mas capaz. Y assi en el, como en otra qualquier fortificacion exterior, se ha de obsorvar (caso de obligar à ello el terreno) que las defensas las tomen sus càras, ò alas yzquierdas mas rectas que las derechas, porque estas de suyo, reciben el fuego de la Plaça mas natural que las yzquierdas. La altura serà, de 8. à 15. pies sobre el nivel de la Campaña,

ò

ò ſegun que fuere la de la muralla interior, que ſiempre eſta ha de dominar à todo lo exterior, y aſſi en eſcala, unas à otras. La anchura del foſſo tendrà la mitad del principal, como de 50. à 60. pies; la del Terraplen de 12. à 30. y el Parapeto de 20. à 25. el declivio interior ſerà igual à la altura del Revellin, ſi ya no es que ſe quiera hazer Terraplenado como quieren algunos, con la mira de hazer cortaduras en la ocaſion; mas eſto tiene el inconveniente de ſervirſe el Enemigo de la meſma tierra, para cubrirſe de la Plaça, y tambien, que en empeçando à caer dentro los bombas, moleſtaràn mucho à ſus defenſores, y luego, que para terraplenarlo es meneſter hazer ſu foſſo mucho mas ancho, porque ſu altura ò profundidad ha de ſer igual al del principal; y la mayor diſputa que ay ſobre los Revellines, es ſi han de ſer ò no, comunicados por puentes con la Plaça, y eſtrada encubierta; y para uno, y otro ſe alega lo ſiguiente.

Aquellos que quieren que el Revellin, que no eſtà delante de puerta principal, no ſe comunique por Puentes, dizen que ſiendo el foſſo ſeco, ſe podrà ſubir y bajar deſde el al Revellin por una eſcalera de madera, que ſe quitarà de noche; y ſe bolverà aponer quando fuere meneſter; y lo meſmo para la eſtrada encubierta, ò (pareciendo mejor) ſe harà la dicha

cha escalera de piedra capaz de yr por ella un hombre, cessando con esto el rezelo que causan las subidas, y bajadas que se hazen de la estrada encubierta al fosso; y el que se tiene, de que los Puentes se arruinen de la Campaña, y de que por una y otra parte se entren los Enemigos, siguiendo à los retirados. Y quando el fosso fuere de agua, se saldrà, y entrarà en la Plaça por poternas, haviendo Barcas prevenidas para este fin: que es mas seguro que hazerlo por un Puentecillo, que algunos lo hazen tan estrecho, que acontece saliendo, ò entrando el Soldado por el en noche obscura, caer en el fosso, causando horror à los demas.

Pesadas las razones que los del contrario parecer traen para confundir las referidas, son de mucho mas peso que ellas; pues dizen (y yo con ellos) que si el Puentecillo causa horror à los Soldados, mucho mas les causarà estar defendiendo la estrada encubierta, y considerar que haviendo de retirarse, ha de ser por una escalera, por donde si lo hazen seis, los demas pereceràn (y mas si por desgracia con la turbacion la derriba el primero) y de qualquier manera, seràn pocos los que en semejante acaecimiento escaparàn; y esto sucederà tambien haviendo de desamparar el Revellin: lo que no serà teniendo su puente de comunicacion que vaya

vaya à dar à la puertecilla que dixe arriba se dejase en la Cortina, quando hablè de las puertas y puentes; y hayiendo otro semejante, como A. *de la Estampa 14.* que vaya à la estrada encubierta, el qual se deve colocar al arce del Fosso, ò Contraescarpa del Revellin; teniendo menos la cara deste, la anchura del Puente. Y si fuere en Puerta principal, como es B. se le darà de diez à doze pies de ancho, haziendolo con mas fuertes fundamentos, y con su Puente levadizo: y no es dudable que todo esto es mas natural, que usar de la dicha escalera; pues siendo los Puentecillos solo de comunicacion, quitando las tablas, no hay ningun peligro; y siendo para el passage comun, no le habrà tampoco levantando el puente: y con esto no acontecerà, que siendo el fosso de agua se haga la retirada tan aventurada, como serà valiendose de las barcas; ni menos el que siendo seco, corten los Enemigos la baxada del Revellin al fosso: cuyos defensores, como los de la estrada encubierta, pueden siempre esperar refuerço pronto por los puentes referidos. En algunas partes he visto comunicar la estrada encubierta, con los Revellines por tierra natural, que dexan en el paraje, que he dicho se haga el puente sin comunicar su fosso con el principal; pero es muy defectuoso, porque entrando el Enemigo

migo en la eſtrada encubierta, lo haràn deſpues con facilidad en el Revellin, abraçandole por la gola; y ſin eſto embaraça à la cara del Revellin tomar defenſa de la Plaça.

## *De las Medias Lunas.*

LAs medias Lunas que ſe colocan delante de los angulos flanqueados eſtàn ya reprovadas en la Architectura Militar; porque para haverlas de flanquear, es neceſſario correr el foſſo de ſu Cara derechamente haſta tocar el de la Cara del Revellin: y en tal caſo ſerà tanta la tierra que ſe ſacarà del Foſſo, que no havrà donde echarla, creciendo aſſi el gaſto, y quedando por alli tan ancho, que con facilidad de la eſplanada ſe deſcubriràn los cimientos de la muralla; y de correr el Foſſo paralelo à ſus caras, y flancos, y no ſacar la dicha tierra, queda todo aquel terreno por eſtrada encubierta; que es coſa deſmeſurada, y quedarà la Media luna ſin defenſa; y lo meſmo ſerà, ſi la eſtrada encubierta corre paralela à toda la Contraeſcarpa: Y dado que ſe quite la tierra, y quede flanqueada, no havrà por donde darle la comunicacion con la Plaza, ſi no es por el Angulo flanqueado del Balvarte, enflaqueciendoſe eſte con tal comunicacion; cuyo puente queda muy deſcubierto de la eſpla-

nada opuesta del otro Balvarte. Y por salvar estos y otros inconvenientes, se hazen en su lugar las contraguardias; estando estas hoy mas en uso que las Medias lunas; y haviendolas de hazer, se daràn à todas sus partes las medidas notadas en los Revellines, porque son generales para las Fortificaciones exteriores.

## De las Contraguardias.

Estando (por lo que se acaba de dezir) reprovado el uso de las Medias lunas, se ponen frente del Angulo flanqueado las Contraguardias, las quales son tan utiles, que sin incurrir en lo que las Medias lunas, guarnecen, y cubren sus caras las del Balvarte, cerrando con los Revellines la Plaça, de modo que no puede ser batida de ningun lugar, sin arruinar primero una de las dos Fortificaciones: y con ser tan grande la Contraguardia, no da tanto objeto al Enemigo su terraplen para fortificarse en ella, como en la Media luna, y mas si esta es vacia, que con facilidad se cubrirà en su fondo. Las medidas de la altura, y anchura de la Contraguardia, excepto las caras, seràn como la de los Revellines, y mas diez ò doze pies que se dexaràn del declivio interior al arce del fosso, sirviendo esta distancia para el pasaje de la Gente, y cosas necessarias; ò bien no que-

queriendo dexar este espacio, se terminarà el declivio en la Contraescarpa. Su comunicacion del Revellin à ella, se harà como si fuera para passar del Revellin à la Estrada encubierta, y à esta se le darà la suya con la Contraguardia, en la mesma forma, y en el mesmo lugar, que siendo con el Revellin; como en C. *Estampa 14.* Y si fuere Puerta principal la que cubre el Revellin, no se comunica la Contraguardia con el; mas se haze la puerta del Revellin tan adentro de su cara que salve el fosso de la Contraguardia (comunicando despues à esta con el Revellin de la otra Cortina) como haze en B. Y yo fuera de opinion de passar del Revellin à la contraguardia por las golas dichas, y hazer la puerta principal D. en su cara distante, de ciento y cinquenta à ducientos pies de la del Revellin, por raçon, de que siendo esta la que ha de defender la contraguardia, y ella primero atacada (como dirè en su lugar) estando en ella la puerta, obligarà, à que tire alli el enemigo arruinando à un tiempo la puerta, y el flanco de la contraguardia. Nota, que si el Revellin, y contraguardia fueren muy altos, que en lugar de correr la contraguardia hasta el fosso del Revellin, se terminarà en el flanco del Balvarte prolongado, como haze en E. Porque de otra manera podria el enemigo, estando en el fosso de la contraguardia proxima al Revellin, cubrirse de el.

## De los Hornabeques, y Coronas.

LOs Hornabeques dobles, ò ſenzillos, ſirven para ocupar alguna eminencia que domine la Plaça ò terreno, que facilite el ataque; como para deſcubrir alguna hoyada, ò cubrir parte defectuoſa de la Plaça, y aſſi ſe ha de obſervar que no ſe ha de ſalir con ellos mas à fuera que aquello que fuere neceſſario para el fin que ſe hizieren: de ſuerte que ſi fuere ſolo para cubrir parte de la Plaça, no ſe le darà de lado ò Ala, mas de ducientos, y cinquenta, ò trecientos pies, quedando deſte modo ſuficiente capacidad entre la Cortina, y el arce del foſſo para el cuerpo de la muralla. Mas ſiendo preciſo, ſe alargaràn haſta lo que permite la linea de la defenſa, con advertencia de que el foſſo no corra paralelo à las Alas, ſino que imperceptiblemente venga abriendoſe azia la Plaça para tomar della mas fuego; y no ſerà malo ſi ſe practicare eſto en toda fortificacion exterior. La razon porque ſe eſcuſan avançar mucho eſtas obras à la Campaña, es, por no abandonarlas tanto de la Plaça, no obſtante que tengan la ventaja de obligar al ſitiador ſe alexe con ſu linea, y le ſea neceſſario tener mas gente para guarnecerla. Su colocacion es delante de las Cortinas, tomando la defenſa dellas,

las, y mas comun de las caras de los Balvartes colaterales. Tal vez por pedirlo assi el terreno, la toman de dos Cortinas cogiendo un Balvarte en medio; tal vez de una Cortina, y de la cara de un Balvarte del otro lado, y ultimamente, se suelen colocar delante de un Balvarte, tomando la defensa de sus dos caras. Son obras de mucha consequencia; pues solo un Hornabeque sencillo es imajen de un lado de la Plaça; y el doble de dos. Quando el terreno no se puede ocupar con un Hornabeque doble, se haze en lugar de un Balvarte entero, dos, ò tres, &c. llamando entonces à la obra Corona, sus medidas seràn las dichas en las demas obras de à fuera; y siempre que se pudieren terraplenar sus Balvartes, se harà como se dijo, quando se tratò desta materia. Las comunicaciones se haràn en la forma que se ha enseñado.

## *De las Cindadelas.*

LOs Fuertes, ò Ciudadelas, que se hazen al rededor del recinto de una Plaça, son paraque ocupadas con ellas algunas eminencias, señoreen la Campaña, guarden las entradas y avenidas forçosas à la plaça, y mas comunmente para sujetar sus habitadores, siendo vassallos revoltosos, ò rezien conquistados.

dos. Estas se colocan en lo mas eminente, distantes de la plaça de seiscientos, à mil y ducientos pies, poco mas ò menos, procurando, que por los costados quede suficientemente capaz la Plaça de Armas, paraque la Villa quede mas bien descubierta y flanqueada. De dexar mucha menos distancia de la Villa à la Ciudadela, que los seiscientos pies dichos, puede suceder, que aproximandose demasiado, vengan por debajo de tierra de la Villa à la Ciudadela, y tambien que ganada la Villa, de los enemigos, pongan con facilidad cerca de la Ciudadela sus Baterias detràs de las casas, dando con los primeros ramales de ataque en la estrada encubierta. Y por todas estas raçones no se permite tampoco, que por la parte que mira à la Ciudadela tenga la Villa muralla alguna, antes bien se ha de derribar si la hubiere. La figura de la Ciudadela es de ordinario, quadrada, Pentagonal, ò Exagonal, y de la que mas se usa es de la Pentagonal, oponiendo una Cortina à la Villa, quedando assi con tres Balvartes à la Campaña, haziendo en una de las Cortinas que miran à ella, la puerta del socorro. El lado de su poligon serà de seiscientos à ochocientos pies proporcionando esta grandeza con la de la Plaça, y la puerta de la Ciudadela que mira à ella, se ha de cubrir siempre con un Revellin.

La razon que ay para oponer la Cortina, y

no

no un Balvarte es, porque de las murallas de la Villa que corren à la Ciudadela no descubran los flancos colaterales; y hase de advertir que en la comunicacion de los fossos de la Villa con la Ciudadela, se pongan buenas damas que impidan la de la Gente si son secos, y las de las aguas si la tuvieren; cuidando, que de la parte del fosso de la Villa, no quede la dama de modo que se puedan cubrir de la Ciudadela; y solo en este caso, la hiziera yo atronerada; tambien siempre que se pudiere se harà dicha comunicacion frente de las Caras de los Balvartes de la Ciudadela, mas immediatos à la Plaça, ya sea por unas Caras, ò por otras, porque frente de las Cortinas no es tan buena. Para passar de una parte de la estrada encubierta à la otra, serà bueno hazer contra la Dama, à la parte de la Ciudadela, una banqueta que sirva de puentecillo; y que estè tan bajo que pase un hombre cubierto de la Dama. Y en conclusion, nunca por ningun caso, aya fuera de la Ciudadela, flanco, ò cosa que le pueda servir de obstaculo de 600. pies en contorno, teniendo por tan peligrosa la parte de la Villa, que la de la Campaña.

Si la Villa fuere tan grande, que una Ciudadela no la domine toda, se haràn dos en diversos parajes, consiguiendo con esto, no solo sujetarla, sino escusar hazer fortificaciones

Reales en su recinto , pues con tener estè libre de insulto , con su fosso , y estrada encubierta, queda segura de que el Enemigo la possea , sin ganar la Ciudadela, ò Ciudadelas. Y no vendràn à costar lo que la Plaza, si se fortificare, cuyos habitadores, estandolo, seràn dueños de la guarnicion , laqual en la ocasion se hallarà obligada por esta razon à capitular , y rendir la Plaza antes de tiempo ; respecto , que los vecinos sienten mucho ver quemar sus casas , haziendas, y las muertes de unos y de otros , como algunas vezes se ha experimentado.

## De la Estrada encubierta.

LA Estrada encubierta se haze en torno de una Plaça , para que el Enemigo no se haga desde luego dueño del fosso : tirase paralela à el , à la distancia de veinte y cinco à treynta pies;no excediendo mucho de esta anchura, porque no se descubra , ò enfile de la campaña, y aumente su recinto, necessitando de mas tierra para la esplanada ; ni tampoco se ha de hazer menor de los veinte y cinco pies dichos, porque seria incapaz de cortaduras, y de tener en ella gente formada , y de que las municiones y pertrechos estèn con seguridad. El parapeto y banqueta se haràn de la altura, que se dijo hablando de los parapetos,

Viendo

Viendo que la eſtrada encubierta no queda bien flanqueada, ſiendo paralela al foſſo, ſe hazen en los Angulos entrantes de la Contraeſcarpa, unas puntas, en Angulos ſalientes, que forman la imajen de un Revellin de 120. à 140. pies de media gola; y de 160. à 180. de cara, dexando hecha la Plaza de Armas F. *de la Eſtampa 14.* donde de ordinario ſe ſuele hazer un cuerpo de guardia para la Gente que de noche queda à fuera: y quando con eſtas puntas no eſtà la eſtrada encubierta bien flanqueada, ſe hazen en frente de las Caras, de los Balvartes, unos dos flancos de 25. à 35. pies, que tiren azia el Angulo flanqueado de la eſtrada encubierta, y llamanſe dichos flancos dientes de ſierra, como G.

Quando la Plaza eſtà guarnecida de Revellines, es mas fuerte la Eſtrada encubierta, porque los Angulos entrantes H. de la Contraeſcarpa, hazen que las puntas referidas la flanquèen mejor, ſin neceſſitar de los dientes de ſierra, ſi no es que ſea preciſo hazerlos, para deſcubrir alguna oyada: mas en eſte caſo, ſerà mas acertado colocar una tenaça doble, ò ſençilla, que quedan mas bien defendidas.

Haviendo la experiencia enſeñado que las Baterias de los Enemigos desbordan el Parapeto de la Eſtrada encubierta, rompiendo las eſtacas, que à uno ò dos pies del borde del Pa-

Parapeto se plantavan sobre la Esplanada, matando con ellas mas Gente, que con la Mosqueteria, se plantan al presente, sobre la banqueta un pie distantes del Parapeto: tienen estas estacas 9. pies de alto, los tres quedan debajo de tierra, y los seis fuera: sobre saliendo las puntas por encima del Parapeto uno ò medio pie; y à la altura del Pàrapeto se unen con una lista de menos de medio pie de gruesso; y sobre ella dispara el Mosquetero: pero tiene el peligro de que haviendo de caer dos ò tres estacas, caigan doze ò veinte: y no correrà tanto poniendo la lista por la parte de à fuera; y enfin es buena para la union y firmeza de las estacas: hazense dos de estas de un Arbol que tenga medio pie de diametro poco mas ò menos; y en muchas partes he visto labrarlas, haziendolas de quatro Caras, pero yo escusarà este trabajo, y si huviera de tomar alguno fuera para llenarlas de espinas, de forma que no se pudieran agarrar con las manos; y assi solo se ha de dividir el Arbol por mitad, ò en tres ò quatro quarterones, segun fuere su gruesso, dexandolas por arriba en punta: y si se pretendiere que las estacas no se pudran, y permanezcan mucho tiempo, se quemaràn un poco por la parte que han de estar debajo de tierra, y se apagaràn en açeite.

Tambien viendo, que se defendian poco las estra-

eſtradas encubiertas, ſe hazen aora en ellas diverſas cortaduras, colocando una en la parte que la cara del Balvarte prolongada corta la eſtrada encubierta, de forma que los parapetos I. tiren azia el Angulo flanqueado de la meſma eſtrada encubierta, teniendo azia aquella parte ſu eſplanada; y detras ſu eſtacada; eſte parapeto, ha de entrar quatro ò cinco pies en el principal, para deſenfilar la banqueta, que de el corte azia el frente de la Cortina, donde he dicho ſe han de hazer las puntas H. las quales han de tener à cada eſtremo de la gola otra cortadura en la meſma forma y azia la meſma parte que la dicha; y en el Angulo que ſe forma del encuentro de las lineas de la eſtrada encubierta, ſe haze otra, que queda en forma de tenaza, tocando con ſus eſtremos las otras dos R. y deſta manera hago yo mi eſtrada encubierta, la qual queda tan fuerte que por qualquiera parte que la entre el enemigo, le es neceſſario hazer alto, no pudiendola correr mas, que haſta la primera cortadura que hallare; de donde ſe le puede hazer reſiſtencia, y bolverlo à echar fuera; y no importa que eſtas cortaduras quiten el que la Cavalleria de la plaça, no ſalga à correrla; (como quieren algunos) quando el enemigo no lo puede hazer con la ſuya, ni con ſu Infanteria; y de fuerça à fuerça, ſiempre ha de te-

tener mas el que ataca, que el que defiende, y assi quando se pudiere se ha de escussar provarlas con el; agregandose à esto el que los defensores de la estrada encubierta estàn, quando esta està cortada, con esperança de que al extremo pueden retirarse à plazer, sirviendo despues los dichos defensores para hazer nueva resistencia en la fortificacion interior: y quando esto no sea, no es dable el que una vez que los de à fuera ocupen la estrada encubierta, salga la Cavalleria de adentro à echarlos fuera, respecto que à un mesmo tiempo entra el sitiador, y se fortifica por todo embaraçando el curso à la Cavalleria, y en fin vemos que la Villa de Narden, cuya fortificacion es tan moderna tiene su estrada encubierta cortada por todo regularmente, excepto por la punta ò esperon, lo que no tengo por bueno; porque entrando el enemigo por aquella parte le seràn favorables à el las cortaduras. Si la intencion fuere de que por la estrada encubierta passen carros, se dejarà entre las cortaduras y el arçe del fosso una distancia capaz para ello, cerrandola con un rastrillo ò barrera.

Nota que faltando tierra para hazer la esplanada, se puede hazer enterrada la estrada encubierta dos, tres, ò quatro pies, ò toda la altura de su Parapeto, quedando lo demas de la esplanada de tierra natural. Y que, quando estu-

estuviere enfilada de alguna parte, se levante por ella (no bastando las cortaduras) el Parapeto, haziendo dos ò tres banquetas, procurando que quede su altura dominada de la fortificacion interior mas immediata, y assi mesmo, que tanto las puntas de en frente de la Cortina, como las que hazen en los Angulos flanqueados de la estrada encubierta, se suelen minar; y tambien sus esplanadas para bolarlas quando se hayan de desamparar. La entrada à ellas las tienen unas por de baxo del fosso, ò por la contraescarpa, y otras en el mesmo Parapeto de la estrada encubierta.

## *De la Esplanada.*

LA Esplanada es tan util despues de la estrada encubierta, que de no haverla, fuera su Parapeto perdida de la Plaça, porque fuera de que el Enemigo se valiera del para contra la estrada encubierta, estuviera detras cubierto de todas las obras; daſele desde el designio de la estrada encubierta à la Campaña, de setenta à cien pies, tirandola paralela à todas sus partes, yendo desde el borde de su Parapeto pendiente hasta terminarse imperceptiblemente en dicho espacio. Y en los Angulos flanqueados della, son muy provechosas las lenguas de serpiente L. llamadas assi por tener esta

figura: que tanto como salen de la estrada encubierta, tanto mas retarda el Enemigo con sus ataques, por ser necessario yr libre dellas, las quales no son otra cosa, que un camino que sale de la estrada encubierta, de diez à doze pies de ancho, y al fin de la esplanada se forma la figura de un Revellin, haziendole por todo su Parapeto, con su empalizada, y esplanada: mas la parte que forma la gola, no la hallo à proposito con Parapeto, mas si con estacada, porque en la ocasion no sirva de cubrimiento al Enemigo; y tanto en la salida de la estrada encubierta como à la entrada de la gola de la lengua de serpiente, se pondràn fuertes rastrillos. Si la Plaça estuviere en tal paraje, que tenga el ataque forçoso, por alguna parte conocida, se podrà por alli rellenar la esplanada de maderos unidos y travados con otros que cubiertos con la tierra de la esplanada, obligaràn al Enemigo, à traer la tierra de à fuera, ò sacos de lana para cubrirse.

De

## *De los Balvartes separados.*

EN lugar de las lenguas de serpiente, tienen muchas plaças unos Balvartes al fin de la esplanada, que por estar desunidos de la plaça, los llaman assi; y despues de tener la mesma utilidad que las lenguas de serpiente, se puede salir con ellos mas ò menos à la Campaña, para ocupar terreno eminente, ò descubrir alguna hoyada, quando se puede. Su principal colocacion es (como queda dicho) en el termino de la esplanada, frente de los Angulos entrantes de la estrada encubierta, para que assi estèn bien defendidos della, como lo estàn los Balvartes M. Dasele à sus Caras de 100. à 150. pies, y de 30. à 50. de flanco, y lo mesmo al fosso, haziendo que este venga desde su Angulo flanqueado, subiendo azia la Villa, hasta igualar con la Campaña, sobre cuyo nivel se plantarà el Parapeto à dicho Balvarte, que no tenga este mas altura que la de su fosso, que serà segun conviniere. El grueffo, y altura del Parapeto, se harà al ordinario, excepto por la parte que mira à la Villa, por donde ha de quedar cerrado el Balvarte con una muralla de uno à dos pies de ancho. La comunicacion la tiene por debaxo de tierra, desde la estrada encubierta, en el modo que diximos se les-

da

da à los cofres, y se suelen tener minados para bolarlos quando se desamparen.

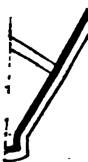
## Del Contrafosso.

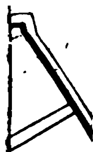
ABrese el Contrafosso al fin de la esplanada, ancho de cinquenta à cien pies, y profundo, de diez, à doze; los que llevan por opinion que lo aya, dizen que si el fosso principal es obstaculo al Enemigo, que mucho mayor lo tendrà con el contrafosso, pues entre los dos viene à caër la estrada encubierta: que en este caso se puede llamar primera muralla, y sin esto necessita para passarlo, las mesmas circustancias que se han dicho en el interior; siendo dificil conduzir al travès del, los ataques por todo, y finalmente es un resguardo mas para la Plaça.

En defensa desto traen los de contrario pareçer, que el Contrafosso, de necessidad ha de ser de agua, y si el fosso principal no se tiene por bueno con ella, por los vapores y humedades que causa, no serà razon aumentar este defecto à la plaça, laqual con dificultad podrà hazer della salidas; y recebir los socorros. Y en conclusion, el agua del Contrafosso se puede divertir, quedando por todo el con cubrimiento à los Enemigos, desde donde podràn por diversas partes desembocar la estrada en-

cu-








utor

cubierta, aunque es verdad que ſe puede embaraçar ſe cubra el Enemigo, dandole ſolo altura à la parte de la Campaña, cayendo el agua por la de la plaça ſobre la Eſplanada, pero los otros defectos dichos tienen ſu fuerça.

## *Reflexion ſobre la Fortificacion Irregular.*

MUy enterado deve eſtar en todas las maximas, y preceptos referidos el que ſe puſiere à diſcurrir de la Fortificacion Irregular; donde no ſolamente ſe han de obſervar los preceptos forçoſos, ſi no es todas las maximas quando ſe pudiere, y aunque no es dable poder advertir, ni dar regla à lo que ſe deve hazer à cada acaecimiento, de los infinitos que ſe ofrecen en los terrenos, todavia apuntaremos aqui lo que ſe deve executar, en lo que ſucede de ordinario.

Quando ſe quiſiere fortificar una plaça de nuevo, no es tan dificultoſa la empreſa, como haviendoſe de ſervir de un recinto viejo; porque ſe pueden tirar y guiar las lineas por la parte que ſe quiſiere (permitiendolo el terreno) entrando con la Fortificacion en la Villa, ò ſaliendo à la Campaña, y en eſta ocaſion es donde el Ingeniero de poca conſciencia, y zelo del ſervicio del Principe, puede hazer mucho

mal, guiando tal vez las lineas sin necessidad, por parte que amenace la ruina de algunos edificios ò templos de la Villa; y tal vez escusandolo, siendo preciso, echandolas por otra parte, ò saliendo con ellas à la Campaña, occupando terrenos poco ventajosos à la plaça, ò que dificulten la Fortificacion: y paraque se sepa quando serà bueno salir fuera, pudiendo con las Fortificaciones, digo que se podrà hazer en un puerto de mar, y en una Villa pequeña, que haya de ser de trafico y comercio; mas siendo solo para cubrir pais, y hazer oposicion à la frontera enemiga, mientras mas pequeña serà mejor.

Quando es preciso (como de ordinario sucede) fortificar una Villa valiendose de sus murallas antiguas, tanto por ordenarse assi, como porque ellas son aun mas permanentes que las nuevas por su buena argamasa: es cosa mas ardua, y de mayor consideracion, porque ha menester el Architecto poner todo su cuidado en la conservacion de dichas murallas; porque quedando por la parte de adentro como quedan las murallas A B C. *de la Estampa 15.* donde se propone un recinto viejo à fortificar, embaraçan la fabrica de las casas y comunicacion de unas calles à otras; y dejandolas de la parte de à fuera, segun quedan D. E. es menester quitarlas, lo que es penoso, aunque las ruinas de tierra, piedra,

ò

ò ladrillo que tuvieren hayan de ſervir para la nueva obra: y finalmente todas las vezes que ſe pudiere eſcuſar abrir foſſos de nuevo; y valerſe de los que huviere, ſera acertado; porque de eſtos ya ſe tiene la ſeguridad de ellos; y los otros pueden por accidente no poderſe abrir, ò ſer dificil de executar; à eſtos foſſos les toca quedar de ordinario frente de lo que mira à la Cortina, laqual ſe ſupone eſtar ya terraplenada, como haze el foſſo F. que quedò en frente de ſus Cortinas, por donde ſe enſancharà deſpues lo neceſſario; y aſſi ſolo ſerà meneſter abrirlos entorno de los Balvartes que ſe hizieren de nuevo; notando que para la fabrica de ſus flancos, ſe ha de cegar por alli el foſſo, y hazer buenos fundamentos, y que la muralla vieja que viene à quedar en la Gola, puede aplicarſe para cegar el foſſo que tuviere delante; aunque otros tienen por bien ſe quede eſta aſſi, paraque ſirva de cortadura, haziendo en ella una puerta, paraque dè la comunicacion al Balvarte: exemplo la muralla G. pero en tal caſo quedarà eſte vacio, ſino da el foſſo ſuficiente tierra para terraplenarlo.

Si ſucediere que la muralla eſtà ſin foſſo, como lo eſtan todas las antiguas, que no lo hazian porque no terraplenavan las murallas, ſera meneſter ſe abra por todo, y aſſi el de los Balvartes ſe harà à lo ordinario; y para el de

las Cortinas, y demas recinto viejo que quedare, se tomarà desde el pie de la muralla, de 5. à 7. pies, segun fuere la calidad del terreno: y à esta distancia se empeçarà à abrir de forma, que por abaxo venga à quedar, si la escarpa ha de ser de tierra, con la mitad, ò los dos tercios del declivio, (sin comprehender lo tomado arriba) de profundor que tuviere el fosso; y el descanso, ò bordo de los 5. à 7. pies se peinarà despues, paraque tambien caiga pendiente como la demas escarpa; y haviendo de ser esta revestida (que es la mejor) no se dejarà de declivio mas, que à cada cinco pies que tuviere el fosso de altura uno, uniendo la escarpa con la muralla por el dicho bordo, con una linea que caiga pendiente sobre la escarpa, terminandose esta dos ò tres pies antes de llegar al nivel de la Campaña.

## *Modo de fortificar una linea larga.*

ENcontrando en el recinto una linea que passe de 1200. pies; es fuerça haviendola de fortificar, hazer en ella uno, dos, ò mas Balvartes planos segun fuere larga; los quales no son tan ventajosos, como los colocados sobre los Angulos salientes, como se enseñò en lo Irregular del primer libro, y muestra la linea A H. *Estampa 15.* de donde viene que la Forti-

tificacion regular no los busca; y à los que con poco conocimiento del arte los tienen por buenos, diziendo que de dos, ò mas Cortinas pueden oponer azia una mesma parte de la Campaña mucha Artilleria, y Mosqueteria; se les responderà que esso es lo que los reprueva, pues tambien de aquella parte de dicha Campaña tirarà el Enemigo à aquellas dos Cortinas, y à todas las Caras de los Balvartes opuestos; y esto con mas Artilleria que el sitiado, por ser mayor que la Plaça, la Campaña; y facilitarle esta tener en ella las pieças que quisiere: juntandose à esto el que las caras de los Balvartes toman por la mayor parte mala defensa de los flancos, y de ordinario la suelen tener de sus Cortinas, que como cosa tan opuesta à las Baterias de afuera, son faciles de arruinar, quedando los Balvartes sin defensa, ofreciendo la entrada al Enemigo por ellos; lo que se assegura oponiendo Baterias à las caras de los Balvartes colaterales; y queriendo en todos casos darles fuego de los flancos, sucederà en los mas el que sea muy obliquo, y hazer el fosso de estraña grandeza. El remedio paraque los fuegos de los flancos sean mas rectos, quando no flanqueen bien, es hazer el Angulo flanqueante algo obtuso, y no perpendicular, porque aqui no milita lo alegado en el lugar de los flancos, de que cayendo en

Angulo obtuso quede descubierto de la Campaña.

## *De la Linea corta.*

HAsta 600. pies sufre una linea razonable media gola, y de alli abajo yrà siendo muy pequeña, tanto que à la que tuviere 300. pies como I K, *Estampa 15.* no le quedarà ninguna por haverse de levantar los flancos en sus dos extremos, dexandola toda por Cortina; no siendo admitida la de menor cantidad; y quando esto sucede se toman las Golas enteramente sobre los Poligones colaterales, si fueren capaces para ello, y los Balvartes que aqui se forman, son muy desfigurados, y por esso se dizen disformes. Baxando la linea de 300. pies se procurará conprehenderla en la Gola de un Balvarte, cuyos flancos se levantan en sus terminos perpendiculares à las lineas inmediatas, como sucede á la linea C L. y para entrar, y salir al Balvarte, se ha dicho que se abre en ella una puerta: y si en el modo dicho no quedare bien defendido el Balvarte, serà forçoso buscar nueva forma de fortificar aquel paraje.

## *De las Murallas que se hallaren en Angulo entrante.*

DAndo en el Recinto con un angulo entrante obtuso, como M. *Estampa 15.* se harà en el un Balvarte, ò medio, si lo permitieren sus lineas: y en los angulos salientes, un Balvarte en cada uno, segun queda advertido en lo Irregular del primer libro. Mas quando el angulo entrante fuere recto, ò algo menos, exemplo N. no se harà en el cosa alguna, porque cada linea defiende el Balvarte de la otra; y ya dexamos dicho que el Balvarte plano no es bueno, y que la Fortificacion Regular no los busca; con que menos parece deve buscar el angulo entrante, que se aleja mas della, causando la defensa de los Balvartes mas defectuosa que la linea recta, y es peor si en el angulo no hay Balvarte, respecto que à la clara se conoze, han de ser Cortinas las que defendieren las caras de los Balvartes, de los angulos salientes; que son facilmente arruinadas, dando despues la entrada à la Plaça por uno de los Balvartes.

Pero permitiendo el Angulo entrante un Balvarte, ò en su lugar un medio, ò punta, ò plata forma, no es tan grande el defecto, abriendo (segun fuere necessario) todos los Angulos flan-

flanqueantes; si bien de qualquier manera no se escusarà hazer un gran fosso, y el que los Balvartes de los Angulos salientes no sean tan capaces: como tirando una linea nueva de uno à otro, como A C. disminuyendo assi el recinto, y aumentando la superficie de la Plaça, que uno y otro es bueno, quedando las murallas, que forman el Angulo entrante, por la parte interior, aproximandose con esto mas à la Fortificacion Regular.

### *De los Angulos flanqueados, Agudos, ò obtusos.*

QUando por ser muy cerrado el Angulo de los Poligones, saliere el flanqueado tan agudo, que no llegue à 60. grados, y que las caras de los Balvartes sean grandes, no permitiendose hazer nuevas murallas, se cortaràn las caras haziendo en lugar de un Angulo saliente, un entrante en forma de tenaça, pero siendo parte atacable, serà este Angulo la perdicion de la plaça, por ser muerto, y sin defensa alguna. Teniendo el tal Angulo de los Poligones, menos de 90. grados, como de 65. à 80. ò 85. se haràn de sus lineas las caras para un Balvarte, sirviendo el Angulo, de flanqueado, como D O E. *Estampa 15.* y baxando de los termi-

nos

nòs de làs caras, lineas para flancos, y formando Cortinas nuevas, podrà en algun caso servir esto, permitiendò abandonar el recinto viejo. Diferente remedio tienen los Angulos flanqueados, quando salen obtusos, porque haziendolos rectos se consigue observar esta maxima, y las ventajas que diximos en su lugar.

Nota, que como de ordinario los recintos antiguos estàn los mas en forma circular, que es menester en siendo la Cortina muy curva, como lo es L P. hazer grandes flancos, y no grandes Cortinas, paraque los angulos flanqueantes queden vistos, y defendidos de alguna parte de los flancos. Nota mas, que la entrada y salida de los rios en las Villas, sea por Cortinas quando se pudiere, y no por alguna parte del Balvarte; porque le enflaquezen, y causan embaraço, lo que no sucede por las Cortinas, donde quedan defendidas dichas entradas de los dos flancos. Si la grandeza de los rios fuere de 15. à 30. pies, poco mas ò menos, segun es Q. se les darà su entrada y salida por uno, ò dos arcos terraplenandolos por arriba: pero passando de aqui el rio, quedarà la muralla abierta, haziendo con fuertes maderos un puente sobre el terraplen, para passar de una parte à otra, si la anchura del rio lo permitiere; teniendo advertencia de cubrir dichas entradas y salidas,

das, con los medios Revellines R. ò otra Fortificacion, ò bien levantar por la parte interna dos lienços de muralla S. iguales à la principal, cerrando ſus extremos con unos flancos, que hagan opoſicion à la entrada del rio: y de no hazer alguno deſtos cubrimientos, quedarà deſcubierta la Villa, y enfiladas las calles de la Campaña, por una y otra parte del rio; en el qual antes de entrar en la Villa ſe ſuelen clavar los maderos T. Grueſſos del cuerpo de un hombre, quedando fuera del agua coſa de un eſtado, diſtantes unos de otros quatro ò ſeis pies, uniendolos con unos traveſaños; y eſto ſe deve hazer por uno y otro lado del rio, y ſirven para romper el corriente del agua; y paraque atraveſando de un lado à otro una cadena, ò madero flotante con puntas de hierro, no puedan entrar ni ſalir barcas, ſin ſer ſentidas. Y porque hablar de todos los accidentes, que pueden ſuceder en la Fortificacion Irregular ſeria nunca acabar, por ſer un proceder infinito; me contentarè con lo dicho, pareziendome ſer baſtante paraque los curioſos y aplicados, valiendoſe de eſta generalidad diſcurran ſobre la particular que ſe ofreciere.

Y aſſi concluirè diziendo, como por lo que ſe ha diſcurrido ſe conocerà lo engañado que eſtàn aquellos, que con poco conocimiento de eſte Arte (ſiendo ſolo eſcolaſticos) quieren

ren que la proporcion de lo Regular sirva èn lo Irregular, respecto que dizen por regla de tres, si un Poligon Regular de tantos pies, tiene tantos de media gola, otro lado de una Figura Irregular de tantos, que media gola tendra? de que se infiere que si el dicho lado fuere de 300. pies vendrà à tener proporcionalmente su media-gola, cosa que no deve ser; por oponerse à la maxima de la Cortina.





# LIBRO TERCERO.

## DE LA FABRICA DE LAS MURALLAS, QUARTELES, ALMAZENES, Y SUS MATERIALES.

LO que ſe ha tratado en los libros antecedentes es lo que pertenece à lo theorico de la Architectura Militar, y el que lo huviere de reduzir à la practica, ha de eſtar verſado en la Arithmetica, Trigonometria, y Geometria practica, y en el uſo de algun inſtrumento Geometrico, como del circulo graduado, Baculo Jacobino, ò de otro de los infinitos que hay; que todo ſirve para levantar el Plano de una Villa con ſu circuito de una legua, ò con toda ſu Provincia, paraque transferida al Papel con ſus juſtas medidas ſe pueda repreſentar la imagen del re-

recinto de dicha Villa, no ignorando el como ſe pueda aumentar la tal imagen, paraque ſea mas perceptible, ò diſminuirla para tenerla en pequeño, y eſto con toda perfecion porque puedo aſegurar haver ſucedido diverſas vezes en preſencia de Generales, que llegando una perſona con un Plano bien deſigniado con la pluma, y colores quedaron enamorados de el, de tal manera que moſtrando otro el meſmo Plano en que eſtava mas obſervada la juſtificacion de ſus lineas, y defenſas que la igualdad de los colores en que ſe havia eſmerado el otro ſin tener conocimiento de otra coſa, pareciò mas bien à algunos de los circunſtantes ſu Plano, que el que eſtava con las reglas del arte. Tambien ſirve la dicha Arithmetica, y lo demas para calcular el ſolido del cuerpo de las murallas, foſſos, y eſplanadas, paraque ſabiendo el tiempo que ha de durar una obra en acabarſe, y el coſte que tendra ſegun los materiales, y ſus precios, y lo que ganan los obreros por dia, pueda dar noticia de todo; y con fin que el aficionado halle aqui entera ſatisfacion, puſe alcabo deſte volumen un tratado de Geometria donde enſeño à medir los ſolidos referidos, y à levantar el Plano de una Villa dando regla para aumentarla, ò achicarla.

De

## *De las ventajas y defectos de las Villas segun sus situaciones, y primero de las colocadas en alto.*

ES muy util y provechoso à todo Militar tener conocimiento de los terrenos, para poderse valer de ellos, tanto para campear con tropas, como para la situacion, ataque y defensa de una Plaça, y esto es cosa que se adquiere mas por especulacion y experiencia propria que por ciencia, porque es negocio, que requiere una grande idea.

Las Plaças que estàn sobre Rocas, ò altas eminencias, son fuertes por naturaleça, y poco arte las fortalece mucho: gozan de Aires saludables, ofenden con sus Baterias de lexos al Enemigo obligandole à levantar en sus ataques los parapetos mas de lo ordinario para cubrirse bien, y finalmente es dificil subir à abrir brecha en sus murallas.

A las dichas ventajas se oponen los defectos de que en semejantes lugares por maravilla se halla tierra para la fortificacion, y si hay alguna es arenisca, cuesta mucho conducir allà los materiales, y es dificil hazer salidas de tales Plaças, recebir socorros, viveres y municiones, razon porque deve estar de continuo con todo lo necessario

ſario, à que ſe añade que raras vezes eſtarà proveida de agua, y la que ſuelen tener es en Pozos tan profundos que ſe tarda un quarto de hora en ſacar una cecha.

## *De las ſituadas en lugar pantanoſo.*

EStas Plaças tienen de bueno el que no es facil inſultarlas, levantar los enemigos Baterias, ni abrir ataques, ſin traer tierra de fuera: y por lo que toca à leña, y forrage para el campo le ſucederà lo miſmo.

Contra eſto ſe puede dezir que eſtas Plaças naturalmente ſon enfermas, por los malos vapores y humedades, los quales pudren los viveres y humedecen las municiones de los almazenes, y ſi el ſitiador neceſſita traer tierra de à fuera para ſus trabaxos, tampoco daràn los foſſos la ſuficiente para los terraplenes de las Murallas, y eſtas de preciſion ſe havràn de fabricar ſobre cimientos de maderos, ò pilotes clavados en tierra, coſa que cueſta mucho, y ſin eſto quedaràn por la miſma razon vacios los Balvartes. Dezir que eſtàn libres de inſulto no haze fuerza; porque hemos viſto muchas Plaças que ſe inundavan por todas partes perderſe en tiempo de yelo, y ſecandoſe los pantanos en el verano; y en fin quando eſto no ſea, tampoco ſerà dable hazer ſalidas ni entrar ſocorros en ellas.

De

## *De las situadas en llano y Terreno seco.*

LAs Plaças que se fabrican en llano tienen la ventaja de que con facilidad se levantan las Murallas, dando sus fossos buena y abundante tierra para todos los terraplenes. Pueden hazerse en qualquiera parte los Almazenes, tienen el Aire saludable, y son comodas para conducir las Municiones, y viveres de que de sus contornos se pueden abastecer, y para hazer salidas y recibir socorros en tiempo de sitio: y puedese traer à ellas Agua de todas partes, y en conclusion estàn dadas por las mejores; si bien es verdad que el enemigo se puede servir de todas las ventajas que ofrece la campaña cogiendo sus frutos, como si se huvieran plantado para el, facilitandole el terreno poder atacar la Plaça por todas partes, y puede servirse de la Agua, antes que la Villa, y divertirla echandola por otra parte.

## *Consideraciones que se deven hazer antes de emprender fortificar una Plaça.*

FOrtificar una Villa, ò hazer una Plaça nueva, es cosa que pertenece à los Principes Soberanos en sus Estados, y no à otros, y para haver-

haverlo de executar ha de consultarlo primero con sus medios y tropas que tiene para guarnecerla, sabiendo si siendo tiempo de paz darà lugar el enemigo para acabarla; porque si es pujante podra à medio hazer, apoderarse de ella, razon porque nunca quando se và à fortificar un recinto viejo, se ha de abrir por muchas partes, y por las que fuere sea con gran recelo. Ha de considerar si el parage es à proposito para hazer una Villa nueva: ò si serà mejor fortificar una vieja, y ya he dicho que quando fuere para cubrir Pais, y hazer Frontera, que no ha de ser grande; mas que haviendo de ser de trafico, convendrà sea capaz de muchos habitantes: y quando por hazerse nueva, ò fortificar una vieja que se aya despoblado y aniquilado, se suelen valer los Principes de dar indulto, y libertad por algunos años à los moradores que en ella vinieren à habitar. Todas estas cosas, y las de como se amunicionaràn, y avastecerán de viveres, es cosa que pertenece al Principe, como tambien si le serà de utilidad la Plaça, y si serà facil la comunicacion de ella con las demas de su Pais. Pero nada de ello deve ignorar el Ingeniero, para responder sobre todo lo que se le preguntare acerca de esta materia, declarando si para la fortificacion havrà materiales proximos y à proposito, y si serà facil conducirlos por agua, ò por tierra de otras

partes, teniendo para esto en la idea la situacion, y comunicacion que tienen las Villas unas respecto de otras, lo que no es muy possible sin la inteligencia del Mapa, ò Carta Geographica de aquella Provincia..

## *De las Murallas, y sus Materiales.*

LAs Murallas devieran ser de tierra, y no revestidas, porque embazando en ellas las balas, no hazen brecha con tanta facilidad como en la de piedra, que desencajada una se lleva otras tras si, y à veces un gran pedazo de la Muralla, cosa que à los que con poco cuidado discurren sobre esto, les causa admiracion de primera instancia, pareciendoles no era possible que la Muralla de piedra fuesse de menos resistencia que la de tierra, y aunque à esto se puede hazer el reparo y dezir que porque las Murallas revestidas de piedra ò ladrillo, son mas alabadas, y estimadas que las de tierra, se responderà que es porque generalmente se ofrecen mas distinctas, y hermosas à la vista: mas el motivo que se tiene para hazerlas assi, no es este, porque como he dicho devieran ser de tierra sola, si no que como sucede que no se pueden mantener con razonable altura sin grandes declivios, ò escarpes, haziendo estos gran cama para las lluvias, y nieves, facilitando la subida, y bajada

jada à la gente, y aun al ganado quedando al cabo de quatro, ò feis años defmoronada, y rovada fiendo precifo renovarla de continuo, fe ha tenido por mejor reveftirlas quando fe puede confervandolas affi por largos años, y con poco efcarpe.

La muralla de ladrillo defpues de la de tierra es la mejor, y tiene primer lugar que la de filleria porque à demas de fer pequeños, es mas terreftre el ladrillo que la piedra, lo que enfeña, à que efta para las murallas fea dulce y fofa, y à que fean las piedras pequeñas paraque fus ruinas fean menores, y quando fe hazen de ladrillo, fe procura que todos los angulos, y parte de la efcarpa, fean de filleria; lo uno para hazer mejor fundamento, y lo otro paraque los angulos fean mas folidos.

De todo lo referido fe colige que fi fuera poffible hallar modo para hazer las murallas de tierra que fe mantuviefen tanto tiempo, y con tan poco declivio como las reveftidas, que ferian las mas perfectas: pues yo digo que no es tan dificultofa efta emprefa (fiendo la tierra aproposito) pues con hazer tapias fobre cimientos, ò fobre toda la efcarpa de piedra, como fe eftila en Efpaña, que tengan de grueffo doze pies, fe configuirà lo que fe pretende, y dado cafo que fe tenga temor de que la fuerça del terraplen derrive la muralla de tapias, fe haràn em-

butidas en dicho terraplen otras tapias de cinco à ocho pies de espesso, formando con ellas otra muralla paralela à la primera, distante de ella de quinze pies, que en este modo soy de opinion que se tendrà una muralla de mucha mas resistencia que la de piedra, sin estar sugeta à los inconvenientes dichos arriba; y en quanto à la duracion, puedo dezir que en tierra de Campos, y otras partes de España, he visto Villas con murallas de tapias, que duràn desde el tiempo de los Moros, y aunque se puede dezir que aquellas no tienen detras terraplen, y que por esso, se han mantenido tanto tiempo; digo que con esta mira propongo el que se haga la muralla exterior de doze pies de ancho, ò gruesso, no teniendo las otras mas de quatro, ò cinco, y sin esto añado la segunda muralla dentro del terraplen, paraque no siendo la tierra tan buena cargue toda de golpe sobre la primera.

No dudo que qualquiera con mediano discurso considerarà que en una muralla fabricada assi de tapias, las Balas de Artilleria no haràn mas que entrar dentro, haziendo un agujero, yendose la muralla tragando cantidad de Balas, siendo muchas, las que se havrân de tirar para poder hazer brecha. Y si algun obstaculo se les puede poner, es de que es necessario que la tierra, sea buena para fabricarlas: mas esto ya lo salvè arriba, y que dado caso que se haga assi

la

la muralla, se ofrecerà muy rustica, y tosca à la vista, que es cosa poco decente en una Villa de reputacion; pero esto tambien se salva con que en España se veen en algunos lugares, muchas casas, cuyas paredes son de tapias, y parecen por una, y otra parte ser de piedra ò ladrillo, porque echandolas una capa de hieso ò cal, las hazen por encima tal ornato que se muestran parecer en dicha forma; y en conclusion devieranse hazer assi, aunque no fuese otra cosa que los parapetos de las murallas, y estrada encubierta, por que estos cada año es menester renovarlos, y ademas del gran coste, se suele carecer de ellos en la necessidad. Adelante dirè de la fabrica de unas y otras murallas.

## *De la Cal.*

LA mejor cal, es la que se haze de la piedra mas dura, y solida, y de menos poros, y assi es estimada en primer lugar la de Marmol; y conocese entre dos despues de echas, la que tiene mas bondad, en que ha de ser de mas peso y dureza; quando la cal se emplea luego que sale del horno sufre mas arena, y se liga mejor; la cantidad de arena que se le hecha es indeterminada; porque ay cal que sufre mas que otra, y arenas de diferentes naturalezas, de ordinario

ſe dà à una parte de cal, dos de arena, y quando la cal es de mala calidad, ſe echan partes iguales. Hazeſe la Argamaſſa batiendo, y meſclandola muy bien dexandola deſpues repoſar tres, ò quatro dias, bolviendola à batir al fin de eſte tiempo, paraque buelva à repoſar otros 3. ò 4. dias; y al cabo ſe buelve à batir para emplearla, advirtiendo que mientras mas vezes y tiempo ſe batiere ſerà mejor.

Si la intencion fuere hazer una argamaſſa muy fuerte, y de mucha duracion, ſe tomarà cal y la ceniza, ò ciſco que queda en el horno de la cal, partes iguales, y eſto bien molido guardando el orden que ſe hà dicho en la cal y arena, permanecerà la obra por largos tiempos, y generalmente ſe toma de eſta Argamaſſa para los primeros dos ò tres pies de todo el frente del muro; ſi ſe quiſiere mas coſtoſa, ſe tomarà ladrillo molido, y cernido, y ſe meſclarà con la dicha ceniza, dando partes iguales, y caſi ſerà del miſmo efecto; ſi en lugar de ladrillo, ſe echaſe carbon de piedra molido y cernido, deque ay copia en los Eſtados de Flandes, pero eſtas argamaſſas ſon de exceſivo coſto, y ſolo ſe valen de ellas para una obra muy principal, ò para fabricar dentro del agua; notando, que para toda argamaſſa, ſe ha de tomar agua corriente de Rio, Pozo, ò fuente, y no de la Mar, ò empantanada que

con-

conserva la cal humeda, sin dexarla unir ni afirmar la obra.

## *De la Arena.*

LA arena blanca no es de servicio ninguno en las fabricas, y mucho menos si es de la que està sobre la haz de la tierra, que llaman colante por ser tan movediza, de modo que la arena para ser buena, ha de tener algun otro color y sacarla debajo de tierra; la que se tiene por mejor es la doradilla ò roja, y que apretada en la mano cruje y haze ruido, por ser grasa y humeda, lo que haze que se ligue bien con la cal: donde se halla mas de ordinario, es en lugares humedos cerca de los rios y lagunas.

## *De la Tierra.*

DE la tierra hay tantas diferencias como de arena, siendo por la mayor parte la blanca de poca utilidad, excepto una que llaman argila, que es como greda, ò tierra de que hazen Bolloques, y sin la blanca, ay otra que tira à amarillo; tienese tambien en grande estima por su bondad, y unirse bien la tierra negra, y la pantanosa, que es muy grasa y pegajosa, y estando seca queda dura como una piedra; ha se

se do estar en la inteligencia de no fiarse en que hallando tierra buena, seguirà assi, hasta lo profundo que se quisiere llegar, porque sucederà pocas veçes hallar una capa que tenga 5. ò 6. pies de profundo sin encontrar con otra de diversa calidad. Antes de passar adelante me ha parecido advertir aqui, como estas cosas de que vamos ablando, es cierto que pertenecen mas à la gente comun que tienen por oficio traficar en ellas, que no à lo cientifico de la Architectura Militar; mas como es preciso que el Ingeniero haya de saber la fuerça, vigor, y resistencia de cada material, paraque los obreros, y entreprendedores de las obras, no empleen por lo bueno y concertado, lo que les estuviere à ellos mas à quento, trayendo diverso maderamen, cal, y arena, ò echando de esta mas cantidad de la que fuere el ajuste; pues no solo pierde el Principe en esto, si no que saliendo las obras falsas, lo ha de pagar el inocente (si lo esta de ello) del Ingeniero, quise hazer esta anotacion, paraque se viva sobre ello con cuydado.

## *Del Tepe.*

EL Tepe A. *Estampa 16.* es un pedazo de tierra unida, que tiene por su cara medio pie en quadro, y uno de largo, (con poca diferencia) es Triangular, por sus costados, y

se

ſe termina por la parte contraria à la cara en una linea; cortaſe en las partes humedas, donde la tierra ſea buena, y crie mucha yerba, y en las que ſon graſas y unidas; ay para cortarlos palas apropoſito, y podrà cortar un hombre en un dia 4000. mas travajando à jornal, no lo ganara mal el que ſaliere con 3000. ſirven para formar las caras de las murallas de tierra.

## *Del Ladrillo.*

EL Ladrillo, ha de ſer de 8. ò 9. pulgadas de largo 4. de ancho, y 2. de alto. La tierra para ellos deve ſer graſa con meſcla de argila. Cueſta el millar al rededor de patacon y medio mas ò menos, ſegun los parajes, y quando eſtos ſe ponen en obra ſe han de regar à cada una, dos, ò tres camas, con forme fuere el tiempo mas, ò menos ſeco. Entran con las medidas dichas 6250. ladrillos en una verja quadrada, que tenga 20. pies de lado, y uno de alto (que hazen 400. pies cubicos) y deſcontando lo que ocupa la argamaza, vendràn à quedar al rededor de 5000. por la dicha verja.

## *De la Piedra.*

QUeda notado arriba en la materia de las murallas del genero que ha de ſer la piedra,

dra, y aqui dirè ſolamente, como recien ſacada de la cantera, ſe labra con facilidad, pero no ſe ha de emplear (ſi es poſible) haſta que ſe aya oreado eſpacio de un verano ò dos, porque eſtando humeda no ſe une bien con la cal.

## *Del Pilotage.*

PIlotes, ſon unos maderos, ò eſtacones, de tresquartos à un pie de Diametro por la cabeza como el de B. *dicha Eſtampa* y de 5. 10. 15. 20. ò mas pies de largo, que van deſde la cabeza diſminuyendo un poco, haſta acabar en puntas, las quales ſe ſuelen guarnecer con puntas de hierro, y ſirven eſtos maderos para clavarlos en tierra, y hazer firme fundamento, donde no lo ay natural, como dirè adelante. La madera para ellos, eſtacas, puertas, y puentes, es buena cortarla en la menguante de Noviembre, ò Diciembre, que eſtàn los arboles enjutos, y ſin tanta humedad. El Roble, Encina, y toda madera fuerte es buena para todas eſtas coſas.

## *De los Candeleros, Zarços, y Blindas.*

EL Candelero C. en la Architectura Militar es un madero de medio pie en quadro, poco mas ò menos, y largo à diſcrecion, que tiene en una de ſus caras azia cada extremo otros

otros maderos D. de altura de 5. à 6. pies, y que de abajo hasta arriba van en disminucion acavando en punta; estos sirven para quando no ay tierra, hazer con ellos un parapeto de faxina como E. la qual se tiende sobre los maderos del pie, de uno à otro candelero, y se mantiene entre los palos que estàn plantados en los dichos pies, y segun fueren largos estos, serà mas, ò menos espesso el parapeto.

El Zarzo F, es la Imagen de un tablon hecho y texido de mimbres ò ramas, que sirven para (donde la tierra es toda arena) hazer con ellos un parapeto, poniendolos en pie distantes unos de otros lo necessario, y afirmandolos bien se rellenan de arena, tambien son aproposito para guarnecer los Merlones de las Baterias, caso que se hayan de hazer de la dicha arena, y en la necessidad se pueden aplicar para los puentes de comunicacion à falta de tablas.

Blinda no es otra cosa que unos manojos de ramos unidos unos à otros, que amarrados à unas barandillas, dan lugar de cubrirse detras, y de formar una espalda, adonde fuere necessario.

De

## *De los Cestones, y Cestillas de Trinchera.*

EL ceston G. se haze de 7. à 9. pies de alto, y 5. de diametro, entretexiendo al rededor de los palos de 9. pies, que seràn de 2. à 3. pulgadas de gruesso, ramas bien unidas. Sirven para cubrimiento, y hazer Baterias tanto en un sitio, como dentro de la Plaça.

El Cestillo H. se haze de ordinario de pie, y medio de alto, y otro tanto de ancho por arriba, y uno por abaxo; sirven para ponerlos sobre los parapetos, clavados con estaquillas, y llenos de tierra, cubriendo assi las cabezas de los Soldados, los quales pelean por los blancos que forman abaxo entre uno y otro.

## *De las Faxinas, Salchichas, y Salchichones.*

LA Faxina I. es un manojo de ramas, gruessas por las cabezas de media à una pulgada cada rama, y largas de 7. à 9. pies, puestas puntas con cabezas, y atadas por quatro, ò cinco partes: esta faxina ha de tener un pie de gruesso por todo su cuerpo, y sirve para todos los trabajos de tierra y faxina, tanto en las Villas, como en las obras que se hazen en un si-

ſitio, ſi bien para eſto ultimo baſtales de 5. à 7. pies de largo.

La Faxina K. no tiene mas de una cabeza de un pie de Diametro, y el meſmo largor que la antecedente: eſtas ſon como un manojo ò gabilla de ſarmientos ò de mimbres, y ſon à propoſito para formar las Caras de las Murallas, hechas de faxina y tierra, ò de faxina ſola en neceſſidad.

La ſalchicha L. no tiene mas differencia de la faxina I. que ſer mas larga, tanto que ſe haze de 20. 50. 100. 200. y mas pies de largo, y paraque con facilidad ſe pueda hazer firme y unida, ſe notarà la ſiguiente doctrina.

En un terreno llano ſe tiraràn dos lineas paralelas como MM. y NN. diſtante un pie una de otra, y largas tanto como huviere de ſer la ſalchicha, y tomando unos pilotillos de 4. pies de largo, y 3. pulgadas de grueſſo, ſe clavaràn ſobre las paralelas frente unos de otros, de forma que cada dos puedan inclinandoſe cruzarſe por ſu mediania, como hazen en O. y de crucero à crucero ſe dejaràn 2. pies de diſtancia, teniendo advertencia que en todos los pies de los pilotillos de un lado, ha de quedar metido por una lazada, un lazo hecho de una rama torcida, y hecho eſto ſe llenarà el hueco de los crucetos de faxina, y concluido ſe rodearàn los lazos à la ſalchicha, yendola apretando con èl,

y

y igualandola con un masso, de suerte que quede bien redonda y unida, y si el lazo tuviere otra lazadà en el otro extremo, se meterà en ella un pilotillo para dar garrote à la salchicha, y executado todo, se yrà atando con ramas torcidas de medio à medio pie, y se tendrà la salchicha L. muy apropósito para poner en obra, y sirven estas salchichas para cruzar y abrazar las faxinas, como se tratarà despues.

El salchichon P. viene à ser como la faxina I. salvo que se hazen de 4. à 5. pies de Diametro, y de 9. à 12. de largo, siendo las ramas exteriores de tres pulgadas de gruesso; este relleno de piedras, y cascaxo sirve para cegar alguna parte que tenga agua empantanada, y para ganar tierra en las orillas del Mar, ò de algun Rio, y hazer firme fundamento quando se quiera hazer un Muelle, Dique, ò otra cosa.

## *De los Cavallos de Frisa, y Abrojos.*

EL Cavallo de Frisa Q. se forma tomando un madero de un pie de diametro, labrado en figura quadrangular ò Exagonal, y atravesandole de una à otra cara, otros maderos de dos à tres pulgadas de gruesso, y de 6. à 8. pies de largo que acaven en puntas por el uno y otro lado, se tendrà haziendo esto por todas las caras el cavallo propuesto, que son muy bue-

buenos para atravesarlos en una brecha, ò en otras partes, y impedir se arroje por ellas el enemigo,

El abrojo R. es una bolilla menor que una abellana, hecha con quatro puntas y puestas de modo que de qualquier genero que el abrojo caiga en tierra, quede con una azia arriba; son estos buenos para sembrar en algun parage por donde se tema ha de passar ò entrar el enemigo con Cavalleria, como en la Estrada encubierta, y fosso, y si el terreno no està movido no serà tampoco provechoso para la Infanreria.

## *De las Bruetas.*

BRuetã, es termino Frances, y es un carretoncillo de mano como S. es muy util y essencial para transportar la tierra, arena, y cal, de una parte à otra: lleva una Brueta un pie cubico de tierra; su construcion es muy facil, y danseles à sus partes las medidas siguientes: la tabla S. y su correspondiente T. han de tener 7. pulgadas de alto, y 16. de largo, la tabla V. adonde ha de yr la tierra, serà del messmo largor, y tendrà por la parte de adelante un pie, y por la de atras 15. pulgadas, la tabla de adelante X. tendrà por abajo un pie, y por arriba 12. pulgadas, notando que esta ha de caer azia adelante un poco inclinada, para ba-

baciar la tierra con mas facilidad; el brazo Y, tendrà sin las 16. pulgadas que ocupa la caxa, pie y medio azia la parte de atràs, y azia adelante medio pie, que es lo mesmo que ha de tener por semidiametro la rueda, y assi toda ella serà de un pie, cuyo exe se haze de hierro de un dedo de gruesso, la rueda tendrà 4. ò 6. rayos, y su cubo serà gruesso à proporcion, dandole un pie de largo. El pie Z. sobre que descansa la brueta ha de tener 7. pulgadas de largo, sin comprehender las 7. de altura de la caxa paraque quede algo mas alta de atràs que de adelante la brueta: de que deve haver en una obra gran cantidad, segun el numero de la gente que travajare, y no es creible lo que luze el travajo, sirviendose de ellas en lugar de cestas, y espuertas, (con las quales no se avanza la mitad del travajo, y se muele la gente) y por esto serà bueno respecto de que con el continuo travajo se rompen muchas, estar ajustado con un carpintero paraque dandole un tanto, las vaya acomodando, y lo mismo con un herrero para los exes.

## *De lo que puede travajar un hombre al dia.*

VN hombre moverà de ordinario cerca de la superficie de la tierra 400. pies cubicos que es una verga quadrada de 20. pies Braban-

ti-

tinos por lado, y uno de profundo, y dichos 400. pies yendo el que saca la tierra echandola en una brueta, los transportarà otro 60. pies de alli; con dos bruetas, una para traer, y otra para llevar; de modo que quatro hombres, con quatro bruetas, uno que llene, y tres que lleven, conducirán los 400. pies en un dia 160. pies distantes del parage de donde se saca la tierra: digo 160. no mas, porque el que vacia las bruetas no ha de llevar la suya mas de quarenta, por el travajo que tiene de vaciar la tierra. Las bruetas deven rodar sobre tablas de 10. pies de largo, porque de otra manera sus ruedas se unden en la tierra; y no deja que la brueta corra ligeramente. Segun lo dicho viene à travaxar un hombre en un dia para la estimacion de su jornal 100. pies cubicos, y valiendo los 400. diez reales de Plata, le tocarà de jornal dos y medio: pero este precio no es justamente preciso, ni el travajo de los hombres, sino poco mas ò menos para el tanteo, y coste de una obra; porque los que ponen tepe, y tienen conocimiento de hazer otras cosas particulares, ganan mas, y à este respecto sube tambien el coste de los 400. pies; los quales de cal y canto puestos en obra valen al rededor de 20. à 25. patacones, segun los materiales estan mas ò menos cerca.

Un Balvarte proporcionado de cal y canto, costa-

costarà de 20. à 25000. florines, y con su muralla de tierra de 28. à 33000. y terraplenado llegarà, (y à veçes passarà,) de 40000. Si es de tierra sola, costarà de 7. à 8000. florines, si ha de ser vaçio; pero terraplenado al rededor de 12000.

Un Revellin de tierra llegarà de 4. à 6000. florines, y al respecto si es revestido de piedra ò ladrillo. Adelante tratando del calculo, daremos mas precision de todos estos precios; que para aora basta esta noticia para un tanteo à vulto, porque bien se save que en cada parte tienen los materiales diferente valor; y porque juzgo que despues de tanta advertencia se hallarà ya capaz (qualquiera que con mediano discurso las huviere notado) de entrar à poner en obra el levantar las murallas, lo haremos dando principio por las revestidas de piedra ò ladrillo.

Nota que el valor de un florin de los mencionados arriba, es tres reales y un tercio de Plata.

## *Modo de levantar las Murallas revestidas de piedra, ò ladrillo.*

TOmada la resolucion de fortificar una Plaça, hechos los designios, elegido el mas proprio, anivelados los terrenos (lo que se

haze con el circulo graduado, que està en el quinto Libro): para quitar, ò añadir terreno al orizonte donde fuere menester; y calculado el solido de sus Murallas, Fossos, Contraescarpa, y esplanada, siguiendo el orden que para esto doy, en la Geometria, prevenidos todos los materiales, y armados los obreros de bruetas, zapas, palas, y picos; se trasferirà el designio del papel, al terreno, valiendose para medir las lineas de las cadenillas, que estàn menos sugetas à error que las cuerdas; y del circulo graduado, para formar los Angulos, commençando por los del centro, ò por los de los Poligones, siendo esto ultimo lo mas propio, por servir tambien en lo irregular; y suponiendo marcado el designio, y por la parte interna de el, tirada una paralela à distancia de 15. pies, que supongo ha de tener de gruesso el cimiento, juntamente con lo que se hubiere de dar de declivio à la tierra, paraque se sustenga, que por todo seràn de 25. à 30. pies de ancho, y tanto por el designio de dicha paralela, como por el principal, se harà un Zanjoncillo, de medio, hasta un pie de profundo con las palas, y teniendo prevenidos cantidad de pilotes, de medio pie de Diametro, y de 4. à 5. de alto, se clavarà uno en cada angulo de la Figura, como en los flanqueados, en los de la Espalda y flan-

queantes, paraque permanesca lo marcado: exemplo en el Balvarte S. *Figura 1. Estampa 17.* Hecho esto se marcarà la anchura del fosso en el mesmo modo que se haze en el papel desde el designio exterior.

Sacada la tierra de entre las dos paralelas (cuidando de yr echandola à la parte interna, la de la cara, en la cara, y la del flanco, en el flanco, &c. y de que por la parte exterior, quede con declivio la tierra, porque no se desmorone, y entierre la gente) y llegando à lo profundo, que ha de tener el fosso que le supongo aqui de 20. pies: y mas cinco, ò seis de profundo que se ha de dar al Cimiento V. por espacio de 15. pies de ancho, se levantarà este, de cal y canto, y pedazos de ladrillo, hasta igualar con el plano del fosso.

Levantado el cimiento, hasta el plano del fosso, se retirarà el muro, unos tres pies (dos, ò uno, segun la calidad del terreno, y materiales,) quedando este espacio en forma de banqueta como C. que yo llamo, pie del Escarpe; y desde aqui, sobre los otros 12. pies, se levantarà la Escarpa D. de silleria, dando à cada cinco pies de altura, uno de declivio, teniendo advertencia de que, como vaya subiendo, se vaya arrimando à la parte interna del muro (cuyo gruesso de cal y canto es H.) tierra, que se pise con unos pisones, por espacio de 6. à 8. pies. Ha-

Haviendo llegado con el eſcarpe, al nivel de la Campaña, ſe deſigniaràn las puertas, en los lugares deſtinados: y ſi huviere de haver poternas, ſe marçaràn antes de empezar la eſcarpa, en el plano del foſſo ſi ha de ſer ſeco; ò deſpues, ſi ha de ſer de agua, donde huviere de llegar la ſuperficie de eſta: y aſſi meſmo ſe deſigniarà la baſa Orizontal, ò anchura que ha de tener por abaxo todo el terraplen, con ſu declivio interior marcandola con pilotes.

Para continuar la muralla E. que ſupongo de 20. pies de altura ſobre el Orizonte, de la eſcarpa arriba, ſe empieza à abrir el foſſo por todo el ancho de el, yendo ſacando capas à nivel, de uno, dos, tres, quatro, &c. pies de profundo, que queden en forma de gradas como A. y para conduzir la tierra à la Plaça, ſe haràn Andamios, dexando las aberturas F. yendolas levantando, y çerrando ſus aberturas, conforme creſca el muro; hazenſe en las caras, flancos, y cortinas; y para que dèn teſtimonio de lo que ſe ha profundado el foſſo, ſe dexan los mojones B. en forma de piramides, quitandolos deſpues.

Tres, ò quatro pies, antes de concluir con la altura de la muralla E. ſe plantarà el cordon G. y vendrà à quedar deſpues, por la parte ſuperior la muralla, con quatro pies de ancho, reſpecto los 15. que ſe dieron

 al

al cimiento, de que se han quitado tres, para el pie, y ocho de declivio en los 40. de altura. A 20. ò 25. pies de lo exterior de esta distancia, ò à lo que se huviere terminado dar de gruesso al parapeto, se levantarà este de seis de alto, por la parte interior, con uno de declivio, dandole por la parte exterior de 3. à 4. revistiendo sus caras por dentro, y fuera de tepes, excusando de hazerlo de piedra ò ladrillo, por amor del ripio que de ellos levanta la Artilleria, y lo mejor serà hazerlo de tapias, en el modo que dirè adelante.

Nota que dimos 15. pies de ancho al fundamento, suponiendo bondad en la tierra, porque de otra manera fuera menester aumentar hasta 18. ò 20. ò bien guarnecer la muralla por la parte interior, antes de arrimarle la tierra, de los contrafuertes, que dixe en su lugar, yendolos levantando à proporcion de la muralla, uniendolos muy bien con ella; y que los angulos flanqueados, terraplenes, garitas, y declivio interior, queden en el modo que se dixo devian quedar, quando se tratò de ello en el Libro segundo; y assi mesmo que si la muralla fuere de ladrillo, desde el plano del fosso, ò de la escarpa arriba, que se hagan los angulos de silleria, y serà acertado hazer por la parte exterior, y por la interior, de lo que ha de ser de cal y canto, una forma de taviques, de pie

y.

y medio, ò dos de ancho, de los mesmos ladrillos, y su mediania rellenarla de guixarros, cal, y pedazos de ladrillo, que se obra con facilidad, y es mayor fortaleza.

Nota mas que las piedras, y ladrillos, caygan la mediania de las superiores, en las junturas de las inferiores, quedando la cara de la Muralla, muy unida por dichas junturas, dando à la piedra de silleria, de uno, à pie y medio de largo, y otro tanto de ancho, y uno de alto poco mas ò menos, siendo todas las piedras de una mesma cama iguales en altura, paraque hermoseen y unan bien la obra: y que à cada quatro ò seis piedras, entre una mas que las otras desde uno hasta pie y medio azia la Plaça, cuidando de que la argamasa de entre cada cama de piedra ò ladrillo, estè humeda; y de yr regando la obra amenudo, paraque se una bien; y porque en las dos paralelas que al principio del capitulo dixe, que huviesse de una à otra de 25. à 30. pies, y en *la figura* no se muestran mas que los 15. del anchor del fundamento, lo advierto aqui, diziendo que no se tiraron à mayor distancia por no confundir la figura.

## De la Contraescarpa.

PAra la Contraescarpa ha de caer lo profundo del fosso perpendicular por su interior, como para la escarpa D. profundando despues para su cimiento 4. pies con 8. de ancho: y levantado hasta el plano del fosso, se retirarà el designio uno, ò dos pies, y sobre los restantes se continuarà la Contraescarpa, dando à cada 5. de altura, uno de declivio, viniendo à terminarse por arriba en dos ò tres de ancho.

## De la Estrada encubierta.

AL tiempo que se va sacando la tierra del fosso, serà bueno designiar la Estrada encubierta, paraque la tierra que de el huviere de servir en la esplanada, se vaya aplicando à ella sin perder tiempo. De su construcion ya he hablado en otras partes.

## Capitulo de las Murallas de Tierra, y revestidas de Tepes.

NO siempre se ofrece la piedra ò ladrillo en todas partes à mano, para revestir las murallas; ni tampoco tiempo suficiente para

ra executarlo; y assi por esta razon, como porque se suele tener la mira de revestirlas en adelante, se hazen las murallas de tierra, y para ello la diligencia que se dixo para la de piedra, tocante al designio principal, sin tirar paralela por adentro: mas si por la parte exterior de todo el designio, una paralela distante de el, tres ò quatro pies como A. *de la fig. 2. Estam. 17.* que sirven para hazer pie, y que se sustenga la muralla, y llamase bordo, desde el qual se marcarà la anchura del fosso, y no del designio interior, en cuyos Angulos se clavaràn los pilotes que previne arriba; y concluido esto, se empezarà à abrir el fosso por todo, guardando el orden de yr quitando capas de el; y porque la escarpa B. se supone de tierra, caerà de manera que venga à quedar en el plano del fosso, con la mitad de declivio de lo que fuere su altura, y no siendo la tierra buena, se puede yr aumentando hasta darle tanto declivio como fuere su altura.

Estando ya fuera la tierra del fosso y transportada sobre todo el designio, se buscaràn en el los pilotes que se clavaron en los Angulos, y quitados, se pondràn en su lugar unas barillas del grossor de un dedo, paraque de una à la otra se tienda una cuerda, y limpiando desde ella azia la parte interna unos 6. ò 8. pies, se començarà à levantar la Muralla C. ò queriendo se

so puede dar principio à ello desde que se comiença à sacar la tierra del fosso; poniendo la primera hilera de tepes D. sobre el orizonte, ò segun otros medio pie ò tres quartos debaxo, y de un genero ò de otro, ha de ser con la yerba azia abaxo, clavando cada uno contra la tierra con una estaquilla; y como en lo que queda à la parte de la Plaça se termina en nada el tepe, se llenarà aquel vacio de tierra hasta igualar con la altura de los tepes, y lo mesmo se ha de hazer por todos los 6. ò 8. pies que se tomaron: cuya capacidad se pisarà muy bien, con unos pisones como E. y se tendrà acavada la primera orden, ò capa de tepes; y para comenzar la segunda, se sembrarà por toda ella una poca de grama, avena, ò otra yerba, que crie muchas raiçes, paraque enlaze, y una la tierra. Pondranse sobre los tepes unos ramillos delgados de sauze de hasta 8. pies de largo, y de suerte que los cogollos de las ojas caigan azia la Campaña, quedando un poco à fuera, plantando sobre lo restante los otros tepes, de modo que sus medianias caigan en las junturas de los primeros; igualese aora esta cama como se hizo en la primera, y en la mesma orden se plantarà otra, y igualada se pisarà muy bien, paraque la obra vaya tomando assiento, y se sembrarà de hierva, y puestos ramillos de sauzes sobre los tepes, como en la

an-

antecedente ( paraque prendiendo sus raiçes unan la tierra ) se plantaràn sobre ellos otros tepes, continuando assi en esta proporcion hasta llegar à la altura què huviere de tener la muralla; cuya mitad siendo la tierra buena, se le darà à su declivio, ò en su lugar los dos tercios: y siendo necessario, toda la altura. El parapeto y todo lo demas se harà como se ha enseñado, excepto la Contraescarpa, que por ser de tierra ha de tener la mitad de su altura por declivio; tengase advertido que si los dichos sauzes prendieren, que es necesario cortarlos à sus tiempos, porque de no hazerlo podrian ser sus ramas la perdida de la Plaça.

## *De las Murallas de Tierra, y Faxina.*

Siendo la tierra arenisca, de mala calidad, ò careciendo de ella, es preciso assistirse con las faxinas y salchichas notadas atràs: y dexando todas las operaciones de designios y fossos, por ser siempre unas mismas, dirè solo como en lugar de la primera hilera de tepes, se ponga sobre el orizonte, la de faxina A. *fig. 1. Estam. 18.* que son de las de una cabeza, observando que estèn muy bien unidas por sus costados, quedando con las caras azia la Campaña, y las puntas à la Plaça, clavandolas por dos, ò tres partes cerca de los atadèros, que la una sea proxima

xima à la cabeza, y que las estacas con que se hiziere hagan bien pressa en la tierra.

Ha se dicho que las faxinas van en punta azia la Plaça, y assi acavaràn sus extremos casi en nada como los topes: y figurandose ser ellos, se igualaràn de tierra hasta las cabezas, aumentando hasta cosa de medio pie mas, y pisada por todo muy bien, se sembrarà sobre ella grama ò avena, plantando despues al traves de la cabezas y sobre ellas, una salchicha como B. del largor que fuere la linea; y si ha de hazer angulo, que sea de la misma salchicha, clavandola contra cada faxina hasta hazer presa en tierra; y luego se bolverà à igualar de tierra toda la cama con la salchicha, y se plantarà otra faxina sobre ella como la primera, clavando la faxina hasta que entre en las immediatas de abaxo, y lleno el vacio de tierra, y pisada, se bolverà à sembrar grama, aplicando despues otra salchicha siguiendo el orden dicho: y continuar assi por toda la altura de la Muralla C. à la qual se yrà dexando un poco de declivio, que puede ser aun mas pequeño que el do las Murallas de piedra, por mantenerse la faxina assi muy bien. El parapeto que ha de hazer cara à la parte exterior y interior, se harà poniendo tambien faxinas que miren sus cabezas azia la Plaça, como las otras à la Campaña: y las salchichas sobre sus cavezas, como se ha enseñado, yendo llenando las capas,

pas, y mediania de tierra bien pisada, y à falta de ella, de las faxinas de dos cavezas, como tambien para la Muralla; cuidando de clavarlas muy bien: y si se han de hazer troneras, serà facil levantar los Merlones, valiendose desta dotrina: imaginando que cada uno tiene quatro caras, la una interior, y la otra exterior, y las dos que estàn à largo de las dos troneras; y si por ser el Merlon angosto vinieren las faxinas de una caveza largas, se cortarà de sus puntas lo necesario, y por todas las caras se cuidarà que las cavezas de las faxinas estèn bien iguales, no sobresaliendo unas ramas mas que otras, y tambien de que para la formacion de los Angulos, se observe que sea con la mesma salchicha sin romperla como apuntè arriba; porque, aunque no quede el Angulo tan hermoso, quedarà mas solido, que es lo que se pretende.

Nota que careciendo de faxinas echas de una caveza, te serviràs de las de dos, para formar las caras, si bien la obra no quedarà tan perfecta.

## *De las Murallas de Tapias.*

SI el Ingeniero se hallare en parte que aya tierra à proposito para Tapias, y quisiere hazer de ella la muralla, tomarà unos tablones gruessos de una ò dos pulgadas, con 7. pies de

de largo, y 5. de alto, dandole al uno, una pulgada mas de alto: que es el que ha de caer, à la parte exterior; dasele esta pulgada mas paraque puestos en obra los tablones distantes 12. pies uno de otro, que es el gruesso que ha de tener la tapia, el interior perpendicular, y igualados los dos, por la parte superior, caiga el exterior en declivio, el qual vendrà à ser segun esta proporcion un pie sobre cada cinco de altura, con poca diferencia, como tienen las murallas revestidas. Con esta noticia, hechos los designios abierto el fosso, cavados, y levantados los cimientos, hasta el plano del fosso de 15. pies de ancho y de 4. à 5. de profundo, y retirandose 3. pies como se dixo en lo revestido, se empezaràn à levantar las tapias de 12. pies de ancho, y si cerca de su fabrica se pusiere una red entre dos maderos, como si fuera un bastidor, y esto sustenido de otros maderos de 4. à 5. pies de alto, y sobre la red, se fuesse echando tierra se yrà ella cerniendo, quedando muy propria para las tapias que se haràn de dicha tierra, que echada entre los tablones se pisa con pisones; cosa que tan comun es en España. Concluida con la primera cerca, se levantaràn otras, hasta la altura que se huviere terminado, valiendose en el poner de los tablones, de lo advertido para el declivio, y de los hierros sobre que se ponen, y demas

mas circunſtancias con que ſe levantan las tapias.

Si la intencion fuere de levantar la muralla de tapias, deſde el nivel de la Campaña ſe harà la eſcarpa, haſta eſte termino por ſu orden de piedra, y ſobre ella, ſe continuaràn las tapias; lo meſmo ſe harà ſiendo el foſſo de agua, que de neceſſidad ſe harà en eſte caſo de piedra, y no ſiendo bueno el terreno, ſe haràn tapias embutidas en el terraplen, diſtantes de las exteriores; y de las medidas que dixe hablando de la materia de las murallas.

Para el Parapeto ſe harà por la parte exterior una tapia de 3. à 4. pies de alto, y 6. à 7. de ancho, y otra por la parte interior de 2. à 3. de ancho, y de 5. de alto, llenando lo demas de la mediania de tierra. El Parapeto de la eſtrada encubierta ſe harà de una tapia de pie y medio à dos de ancho, y de ſu altura ordinaria; las banquetas ſe haràn como ſe ha enſeñado de tepe. Todos los parapetos de las plaças con las murallas de qualquiera materia, devieran ſer del genero que acavamos de decir, y ſe tendràn permanentes por largos tiempos, y con el ſeguro de que la Artilleria no levantaria de ellos ripio.

El

## De otra suerte de Muralla que se puede practicar ofreciendose conyuntura.

SI por accidente haviendo de fortificar una Plaça, fuesse en parte que cerca de ella huviese buenos bosques, y se pretendiese por ser allì mas barato valerse de Madera, antes que de piedra, ò ladrillo (y aunque no sea por esta razon) y hazer de ella la muralla, se conseguirà con facilidad, cortando en el bosque maderos de 16. à 20. pies de largo, y de 3. à 4. en quadro, poco mas, ò menos, con tal que los gruessos sean iguales si es possible, y labrados todos de quatro caras se podrà con ellos delante los terraplenes, hazer una muralla, en lugar de piedra, ò ladrillo: y esto desde el plano del fosso, poniendolos bien unidos, y ajustados por sus costados, formando con las cabezas la cara de la muralla, y aun quedaràn mejor si en los costados de los unos, se hizieren unas concavidades, donde encaxen un poco los costados de los otros, y esto por todas las quatro caras, y no serà peor si tambien se unieren con tarugos, como propuse en los maderos para las esplanadas. El parapeto se formarà de la ultima cama de maderos, que tengan las cabeças interiores 5. pies de alto, y

por

por las exteriores de 3. à 4. Si los cimientos fuessen por todo de Pilotage de 20. à 30. pies de largo, clavados los unos proximos de los otros, me parece que esta seria una muralla muy dificil de arruinar, y impraticable à abrirle brecha con la Artilleria: y recelandose del fuego (ò queriendola hermosear) se podrà guarnecer su superficie con una camisa de ladrillo, de un pie de espesso: aunque tengo por vicioso esto, porque de la Campaña no se puede pegar fuego con bombas, flechas de fuego, ò carcaxes, ni del pie de la muralla con faxina; porque uno y otro quemaria solamente un poco de la superficie, sin jamas penetrar lo solido de unos Maderos de 16. à 20. pies de largo, cuyas junturas se ha prevenido queden unidas sin respiracion alguna; y assi quando no fuere otra cosa se podria, ofreciendose ocasion, hazer en este modo los Balvartes, y en rigor los flancos, para que estando estos libres de ruina, sirviessen en la ocasion, que es el fin para que se colocan.

Hasta aquì se ha tratado de levantar las Murallas de qualquier materia, pero ha sido con la suposicion de que en los fossos y cimientos no se ha hallado al abrirlos ningun inconveniente: siendo assi que se encuentran muy de ordinario, como lo son los de hallar agua, arena, ò piedra, y para este ultimo se notarà lo siguiente.

## Modo de abrir brecha en la Roca.

QUando encontrando roca, en las partes por donde se ha de abrir el fosso, ò otra cosa, se quisiere sacarla, se tomaràn unas Barras de hierro gruessas como una Muñeca, y largas de 5. 6. ò 7. pies, ò mas segun lo profundo que huviere de tener el hornillo, que el un extremo estè hendido con una Muesca, como estan los bruñidores de los çapateros, y al pie de la Roca, se començarà un pie mas arriba de su Orizonte à abrir un hornillo, de la anchura de las bocas de las Barras, dando principio con la primera y menor, aplicando à la Roca la parte donde està la Muesca: y yendo un hombre bolviendola con las dos manos, yra otro con un Maço dando en el otro lado de la Barra, laqual se sacarà de quando en quando, para yr echando la tierra fuera, lo que se harà con una cuchara de hierro, que tenga el Mango tan largo como la mayor Barra: y haviendo continuado esto hasta 7. pies de profundo, poco mas, ò menos, se harà un celindrio, ò saquillo de carton, de la anchura y largueza del hornillo, y lleno de Polvora (que llevarà de 7. à 10. libras) se meterà dentro del, atacandole despues con un palo y un Maço fuertemente, se oprimirà la polvora, dexando esta al-

algun eſpacio vacio en dicho hornillo, que ſe ocuparà con un taco de madera, que entre oprimido quanto fuere poſſible, y ſi ſobrare algo de el aſſerrarlo; ha de eſtar hueco por ſu mediania, y lleno de Polvora ſu agujero, para comunicar el fuego à la Polvora de adentro, que ſe dexarà un poco raſcada, paraque prenda. Eſtando aſſi el hornillo, ſe atacarà tomando una plancha de hierro de dos pulgadas de grueſſo, y un pie en quadro, con poca diferencia, que tenga en el centro una abertura, y haviendo hecho en la Roca con un cincel, al rededor del hornillo, una concavidad, donde encaxe el grueſſo de la plancha, ſe meterà eſta en ella, de modo que ſu agujero correſponda à el del taco de madera; y paraque quede firmemente atacado el hornillo, ha de haver entre el agujero de la plancha, y ſu lado ſuperior un bordo, que ſalga de la meſma plancha, y ſea de una pulgada de grueſſo, y otro entre el dicho agujero, y el lado inferior: y contra eſtos bordos ſe arrimaràn unos puntales, oprimiendolos firmemente contra tierra, con un Maço de madera (porque ya aqui no ſe ha de tocar con coſa de hierro) dexando afirmados los puntales, con unas eſtacas clavadas en tierra contra ſus proprios pies, que en eſte modo quedarà el hornillo bien atacado: y para ponerle fuego, ſe meterà por el agujerillo de la plancha un ca-
 ñuto

ñuto relleno de algun mixto, paraque sirva de evo y dè lugar à que la gente se ponga en salvo: porque un hornillo semejante vuela de 5. à 7. pies de alto de Roca, echando las piedras gran distrito de alli, y haziendo tal fracaso que dexa descoyuntadas 200. carretas de piedra, como se experimentò abriendo los fossos de Luxembourg, cabeza de una de las XVII. Provincias del Pays-Baxo.

Ofreciendose minar alguna fortificacion colocada sobre una Roca, y que no se puede llegar à lo alto de la muralla, se harà en el modo referido, aumentando la grandeza de los hornillos: y siempre que se fabricare en semejantes lugares, se ha de procurar abrir el fundamento dentro de la mesma Roca, de suerte que parte de ella, venga à servir de puntal, y escudo à la muralla.

## *Del fundamento de Pilotage.*

QUando despues de abierto el cimiento, ò antes se reconoce que dentro de el no ay buen fundamento, por ser aguanoso ò de arena, es preciso hazer fundamento con arte, supliendo este lo que falta al terreno, valiendose de los pilotes, cuya largueza, serà tal que puedan penetrar hasta hazer presa en tierra firme; su grosses y forma se dijo arriba. Hanse

se de clavar de suerte, que queden las cabeças un pie fuera de tierra, y otro tanto unos de otros; y plantada assi una hilera por la parte interior, y exterior de la anchura del cimiento, se pondrà otra en el mesmo orden por la mediania: y executado se atravessarà un madero de un pie en quadro por cima de las cabeças de cada hilera, haziendo en ellas suficiente concavidad, paraque encaxe el dicho madero: y despues se atravessarà otro que cruce los primeros en Angulos rectos, yendo de la cabeça de un pilote de la linea exterior, à la cabeça del que le corresponde en la interior, passando tambien por la cabeça del de la hilera de en medio, (que por esto se han de poner en linea recta unos con otros) y paraque encaxen en dichas cabeças, y los maderos que se pusieron primero, se haràn en estos ultimos concavidades capazes, y encaxados en esta forma, vienen à quedar dichos maderos casi tocando la tierra por abaxo: para afirmarlos, se clavan con clavos de hierro de un pie de largo, y una pulgada de gruesso, ò con estacas de madera, y despues los quadrados, ò concavidades que quedan entre unos y otros maderos se rellenan de piedra, cal, y pedaços de ladrillo, oprimiendolo todo con un maço ò otra cosa, de suerte que quede hecho un fuerte y solido fundamento. Quando el terreno es aguanoso,

se mete una tablazon contra la linea exterior, y otra contra la interior, de suerte que las tablas caygan con su longitud debaxo de tierra, taladrando con ellas, hasta igualar con el largo de los pilotes, uniendo unas con otras por los costados, haziendo concavidades en los unos paraque encaxen los otros, calafateando despues las junturas; estas tablas tienen de largo lo mesmo que los pilotes, y de espesso de 4. à 5. pulgadas.

Si el terreno es arenisco no serà necesaria la dicha tablazon, y no haviendo los maderos propuestos para travesar, ò queriendo excusarlos, se bandaràn las caveças de una hilera con buenos travesos, por una y otra parte, y lo mesmo una hilera con otra: sobre este pavimento ponen algunos fuertes tablas, de dos ò tres pulgadas de gruesso, uniendolas muy bien por las junturas como he dicho de las otras, y sobre este tablado empieçan à levantar el muro; otros escusan esta ultima tablazon, teniendola por superflua.

Si la obra ha de ser de tierra sola, y necessitare de pilotage, se clavaràn desde el orizonte por espacio de 6. ò 8. pies de ancho por la parte interna del designio, y haziendo la mesma diligencia por sus caveças, se levantarà la obra de tierra, y faxina, ò de tierra, y tepe, como se ha enseñado.

Lo

Lo meſmo ſe praticarà en las orillas del Mar y Rios, quando fuere neceſſario, y paraque ſe ſepa el modo que ſe tiene en clavar dichos pilotes, digo que ſe haze con una Maza como A. *de la Eſtampa 18. Figura 2.* que tiene un pie de Diametro, mas, ò menos ſegun fuere la anchura de las cabezas de los pilotes, bandada por ſus extremos con bandas de hierro: ſu altura ſerà de 3. pies: eſta tiene en la mediania de la parte ſuperior, una argolla de que ſe ata una guindaleta, la qual paſſa por una garrucha de madera, que ha de eſtar pendiente de la conjuncion de los maderos B. que ſiempre ſon en numero de 3. ò 4. afirmados en tierra, ò ſobre tablas unidas; y para mas ſeguridad los unen unos à otros por abajo con unos traveſaños. Entendido eſto digo que à la guindaleta que ſuſtiene la Maza, que deſpues de haver paſſado de la otra parte de la garrucha, ſe le atan tantas cuerdas como hombres huvieren de elevar la Maza, la qual paraque ſuba y baje derecha por el madero D. (dicho la guia) que ha de eſtar perpendicular, tiene à la parte de arriba dos brazos clavados, y dos à la parte de abaxo como E. eſtos han de ſer tan largos que abrazen tambien el madero D. y en eſta forma no puede la Maza bambolearſe à uno ni à otro lado, como todo ſe mueſtra en la *Eſtampa y fig. dicha.*

La Muralla F. de tierra, se muestra ya levantada sobre el fundamento, la parte G. con las cabezas de los pilotes rellenas, y la parte H. con los maderos clavados; mas la parte I. con las cabezas ya bandadas; con que con mediana idea se comprehenderà esta practica.

Dexamos dicho que no solamente en los lugares pantanosos, si no que tambien en los areniscos, es necessario pilotage: mas como la arena puede ser colante, acontece que clavado un pilote, otro al clavarle lo descompone, y aun lo echa azia fuera; y puedese corregir esto, dando à cada pilote 3. ò 4. barrenos, de una ò dos pulgadas, que passen de un cabo à otro, paraque entrando en ellos la arena, se afirmen y liguen mejor los pilotes.

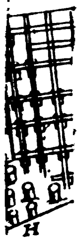
No sucede siempre hallar terreno donde entren los Pilotes, no obstante estar herrados con puntas de hierro; porque si es pedrajoso lleno de piedresillas, pedernales, y arena, serà dificil clavarlos, y assi abierto el cimiento à lo ordinario, se meten por todo el unos maderos echados de costado, que tengan un pie ò pie y medio en quadro, los quales se cruzan con otros maderos diametralmente, formando con ellos unas aspas, y clavados muy bien, se llenan los huecos de cal y canto, y sobre estos se levanta el muro, ò poniendo primero la tablazon que se dijo arriba.










H



## *Del remedio que se deve usar hallando agua ò vetas de arena.*

SI al abrir el fosso y cimientos se encuentran vetas de arena, se cuidarà de yrla echando en diferentes partes, porque no cargue toda en una; pero hallando agua, es el remedio mas dificil, porque es menester en primer lugar hazer poços à diversas distancias, donde se vaya recogiendo, y de alli yrla saçando à braço, hasta que se prevenga algun ingenio, como un Molino, que para este fin se haze de varios generos: y despues se considera si el agua viene orizontal ò de parte eminente, ò si es manantial en arena colante que sale azia arriba, echando arenilla, y para uno y otro se notarà lo siguiente. Si el agua viene orizontal, es lo mejor que puede suceder, porque con un pellejo de vaca doblado y aplicado al manantial y enlodado por encima de piedra y ceniza de cal, se estancarà: mas si viene de parte alta, y en particular por entre roca, serà mucho si se estanca, si no es por grande accidente, solo haziendo al rededor del manantial, una arca de cal y canto, que suba aun mas alta que de donde viene el agua, paraque ella recule: y si el terreno es arenisco, de la arena dicha se harà lo mes-

mesmo valiendose para el fundamento de pilotes pequeños, si bien esto no serà sin gran peligro de que los pilotes no topen terreno firme; ò lodado el manantial con el pellejo, la piedra y ceniza ver si estanca: y quando no, à semejantes manantiales es lo mas seguro hazerles sus conductos por bovedas, porque de otra manera, despues de echa la obra, como esta agua va cavando, y humedeciendo los materiales, da con ella en tierra, como yo he visto y notado.

## *Como se puede fabricar en agua corriente ò en las Orillas del Mar, dentro del agua.*

Si à la Orilla del Mar dentro del agua se quisiere fabricar, suelen usar de cegar todo el distrito con salchichones, y barquillas cargadas de cascajo, y sobre esto se fabrica con piedra ò ladrillo: y requeriendo fundamento artificial, se valen de hazer unos caxones abiertos por arriba y por abaxo, de fuertes tablas unidas, y embreadas por sus junturas, y tan altos que sobresalgan sobre el agua, y tan anchos como ha de ser el cimiento, y mas la capacidad para travajar gente. Su largueza serà de la grandeza que se quisiere ocupar, y metido en el agua, se procurarà afir-
mar-

marlo bien en tierra, cargandolo por arriba; y sacando despues el agua con palas, y à fechas, se haze el fundamento de pilotage ò de piedra, segun fuere el terreno, y tambien se puede aplicar para fabricar un dique ò una cabeça.

La mesma invencion puede servir en los Rios queriendo hazer algo dentro del agua, como un Molino, ò pilares para un puente, aunque para esto ultimo, se pueden hazer cubas capaces del gruesso del pilar, y concavidad para los obreros, y afirmada en tierra, se sacarà el agua, y executarà lo que se desea, suponiendo permitirlo el profundor del Rio: otras muchas invenciones ay que el curioso aplicado podrà con estas luzes, y mediana diligencia adquirirlas.

## *De los Quarteles.*

LOs Quarteles se hazen, de 16. pies en quadro por la parte interior, cubriendolos con otros semejantes, y si la Plaça es pequeña no se haze calle de un quartel à otro, exemplo A. *de la Estampa 19.* donde la pared de la medianía sirve à dos quarteles, y porque la experiencia enseña que en tiempo del frio no tiene el soldado, el tiempo que ha de descansar, parte segura donde hazerlo, no siendo esto nada

da util, porque naturalmente lo deve tener, y para conseguirlo se obrarà assi.

Hagase caer la muralla perpendicular por la parte interior de las Cortinas, y revistase de piedra ò ladrillo, dandole el declivio ordinario que se le da à su altura, y à distancia de 16. pies de ella, se fabricaràn unos pilares de 8. à 9. pies en quadro, distantes unos de otros de 10. à 12. y de la mesma altura: y à este termino, se harà de ellos à la muralla un techo que servirà por la parte superior, para el suelo de los quarteles, los quales se levantaràn de 8. à 9. pies, cubriendolos con un techo que sea en forma de tejado, y con unos maderos de un pie en quadro cada uno, que queden unidos como si fueran tablas, y abraçados como dixe hablando de las Baterias havian de quedar los de sus esplanadas; estos se cruzaràn por dos ò tres partes, con otros maderos semejantes, y sus huecos se llenaràn de tierra, aumentando sobre este pavimento aun un pie de tierra, luego uno de estiercol, otro de tierra, mas uno de estiercol, y dos de tierra, que por todo son 8. pies de gruesso, suficiente espesor para resistir à las bombas, respecto que su golpe àqui no puede ser de tanta presa, como si fuese en un plano orizontal, porque esto queda pendiente como un tejado: y cubierto de pizarras ò tejas, que vengan à igualar con el plano del terraplen,

para

para recebir las aguas que del corrieren, para lo qual se ha de continuar la pared sobre los arcos la altura necessaria para contener los dichos 8. pies de gruesso.

Nota que à lo largo de la Galeria que forman los arcos referidos, se haràn por su ancho otros arcos, que todos vengan à caer en aquellas partes, donde se huvieren de hazer las paredes que han de cortar los quarteles, sobre los quales se pondràn vigas de mas gruesso que los maderos dichos, paraque estos reposen sobre ellos, atravesados por la mediania.

Nota mas que si entre Pilar y Pilar, se cavassen unas *bovedas*, cuyas puertas vengan à caer en la mediania de cada arco, haviendo antes de llegar à ellas un pendiente de 7. à 8. pies de largo, al fin del qual se harà la puerta de la boveda, que estas vendrian à ser otros quarteles, y à falta de tierra para cubrir el techo, servirà la que se saca de ellas, de forma que aqui se vendrian à tener tres plaças à prueba de Bomba, y unas mas seguras que otras: una el quartel superior, otra la galeria que es passo comun, y la tercera las dichas bovedas, siendo estas muy utiles, para en caso de sitio hazer de ellas Hospital, y Almazenes, para assegurar las municiones, y el coste no serà mucho mas que el de otros quarteles, porque las bovedas no tienen otro que el de sacar la tierra; y si la muralla

ralla por la parte interior se haze de piedra ò ladrillo, tambien se excusa la tierra que havia de ocupar su declivio: vease la letra B. *en dicha Estampa.*

Si estos quarteles cediesen en altura à la que tuviere el terraplen, se haràn los pilares de seis pies de altura, y el quartel de uno, ò dos menos que hemos dicho: y si esto fuere mucho al respecto de 25. pies de altura de muralla, que es lo mas que yo doy, se pueden hazer los quarteles C. sobre el orizonte, y las bovedas debaxo obmitiendo las galerias; tambien se pueden en los terraplenes hazer bovedas embutidas, y en particular en las que yo hago, que tienen de 30. à 36. pies de ancho, y estas serviràn para resguardo de la gente, y seguridad de las municiones, solo en tiempo de ocasion, porque para de ordinario serà paraje muy humedo como se vèe en las bovedas D.

## De los Almazenes.

LOs Almazenes se deven hazer en parte seca, doblados, de uno ò dos altos, para tener en ellos viveres, armas, polvora, cuerda, granadas, y artificios de fuego, y en lo baxo los demas pertrechos. Su lugar conveniente es cerca de las murallas, y no ha de ser uno solo, sino dos, tres y mas: y estos sin los particulares pe-

ntrada de los
juadro, por-
poca para
ede suceder
Plaça espue-
i de Bomba,
; del gruesso
, y que aca-
sus paredes
mazenes rea-
, y formar-
s, se haràn
ilanes de 7.
ue conten-
bovedas se
gualados los
as con otras
stiercol, se
, sobre que
le un pie en
o: y sobre
o de estier-
ste uno de
que porto-
ido por la
ea, ò cu-
bierto con un tejado simple; y ninguno se es-
pante de tanto espessor, porque siendo los Al-
mazenes objeto principal para apuntar el ene-
mi-

pequeños que se hazen cerca de la entrada de los Balvartes de unos 16. à 20. pies en quadro, porque à demas que la capacidad seria poca para tantas Municiones y viveres, puede suceder en uno una desgracia, y quedar la Plaça espuesta al peligro. Paraque estèn à prueba de Bomba, se haràn los techos de los pequeños del gruesso que hemos pintado en los quarteles, y que acaven en forma piramridal, dando à sus paredes 8. pies de gruesso; mas para los Almazenes reales tendràn las tales paredes 12. pies, y formandolos de dos, tres, ò quatro galerias, se haràn para mantener las bovedas, unos pilares de 7. à 8. pies en quadro, y tan altos que contengan uno, ò dos alojamientos: las bovedas se haràn de quatro pies de espesso, y igualados los huecos que forman en su union unas con otras por la parte superior con tierra y estiercol, se levantarà sobre ellas un pie de tierra, sobre que se harà un tablado de los maderos de un pie en quadro, travados como queda dicho: y sobre ellos medio pie de tierra, luego uno de estiercol, despues medio de tierra, y sobre este uno de estiercol, cubierto con dos de tierra, que por todo hazen 11. pies de gruesso, quedando por la parte superior plano como una açotea, ò cubierto con un tejado simple; y ninguno se espante de tanto espessor, porque siendo los Almazenes objeto principal para apuntar el enemi-

mi-

migo sus morteros, encaminarà à ellos tantas bombas como pudiere, y esto aunque (como deven) estèn cubiertos de la Campaña. Y en Luxembourg se viò caer tal cantidad sobre uno, que contener de 11. à 12. pies de gruesso por arriba, huvo recelo de su ruina.

## *De los Cuerpos de Guardia.*

LOs Cuerpos de Guardia se fabrican immediatamente que se entra en las puertas, en cuya mediania los tienen algunas Plaças embutidos en la muralla à un lado y otro de la boveda: tambien se acostumbra à hazerlos por la parte interior de las puertas contiguos à la muralla, ocupando con ellos el lugar del declivio interior: pero el principal està de ordinario dentro de la Villa, elegiendo para ello alguna Plaça capaz. Haze se en el frontispicio de unos y otros, unas galerias de arcos, contra el mesmo cuerpo de guardia, en el qual deve haver una ò dos separaciones, para los oficiales de guardia, con sus tablados para dormir: y con este fin se haze lo mesmo por una y otra parte de todo el cuerpo de guardia, paraque reposen en ellos los soldados.

LI-



# LIBRO QUARTO.

## DEL SITIO, Y DEFENSA DE UNA PLAÇA,

### Y PRIMERO DEL SITIO.

ANtes de emprender el sitiar una Plaça, son muchas las consideraciones que sobre ello se deven hazer, tocando muchas de ellas al Ingeniero, y todas al Principe ò Capitan General, que deve estar informado de la guarnicion que ay en la Plaça, y en que correspondencia vive esta con el Gouvernador y sus moradores, procurando gagnar, si ay discordia entre ellos, algun partido mal contento (lo que no es dificil, quando el Gouvernador es persona que trata asperamente à los vezinos y guarnicion,

ò quando esta es de calidad que sirve mas por el interes que por adquirir gloria, ò siendo unos de diferente Religion que otros ) adquiriendo noticia de la Artilleria, sus calibres, provision de viveres, municiones, y pertrechos que tienen los Almazenes: como si ay agua en la Plaça suficiente ò le viene de fuera para poderse la quitar. Assi mesmo deve estar advertido de los frutos de sus circuitos, y si ay forrage, agua, y leña para los quarteles y hazer faxina: ha de estar asegurado de que de las Plaças mas cercanas suyas, le puedan venir libres los comboyes, sin que los corte el enemigo, de quien deve saver sus fuerças, y paraje en que se halla, paraque al respecto las proporcione con las suyas: y que si la Plaça es puerto de Mar, no es dable sitiarla sin armada de Mar, y Exercito en tierra, para impedir entre el socorro por una ni otra parte; y aunque nada de esto sea de la obligacion del Ingeniero, lo es la de tener el plano de la Plaça con sus contornos muy justificado, y advertir al General las fuerças de sus defensas, y la ventaja y desaventaja de los terrenos, no olvidando de prevenir ( no obstante que el tren de la Artilleria tiene este cuydado ) la cantidad de municiones, sus generos, y pertrechos que se han de sacar à Campaña de Polvora, Balas, Mosquetes, Arcabuzes, Bombas, Granadas, Cuerda, Zapas, Palas, Picos, Podones,

achas

achas de partir leña, armas para armarse algunas personas particulares, la Artilleria, y Morteros necessarios, (que algunos dan â cada mil hombres una pieça, y à cada quatro pieças un mortero) pontones con su maderamen para fabricar puentes, con todo aquello de Artilleros, Minadores, Artificiales, y gastadores que para semejante funcion es menester, donde la mas minima cosa haze gran falta hasta linternas, y velas para ellas. De las escalas y petardos no hago mencion, porque es cosa de que ya se usa raras vezes, aunque lo ultimo es bueno llevarlo, por si se ofrece romper ò forçar la puerta de un castillo viejo ò casa fuerte, escusando poner Artilleria; y porque puede ser no haver medio para hazer cestillos de trinchera, y es preciso coronar los parapetos de los ataques, serà acertado llevar en unos toneles gran cantidad de sacos de lienço basto, de pie y medio con poca diferencia de Diametro, y otro tanto de largo, porque estos llenos de arena, no solamente sirven para coronar los dichos ataques, si no tambien para terraplenar un teston al improm̃pto: y dado caso que el terreno sea de genero, que no se pueda en el abrir trincheras, ni levantar Baterias, como acontece en la roca, y quando haze gran yelo, y en las partes arenosas, ò que se inundan, sera forçoso que muchos de-

de estos sacos sean mayores para cubrirse con ellos; llenandolos de tierra en otra parte: ò en su lugar servirse de sacos de lana, los quales son muy aproposito para levantar las Baterias, à falta de tierra y faxina, caso en que sirven bien los candeleros, y para esto ultimo han de ser los sacos de lana de 15. à 17. pies de largo y de 7. de alto; y en conclusion no se deve dexar cosa alguna por negligencia, para conseguir lo que se pretende.

## *De la linea de Circunvalacion, y Contravalacion.*

Hecho el Exercito Plaça de Armas; tomados los Puestos à la Plaça, (y si es possible à otras con ella, para causar mas recelo al Enemigo) van con alguna escolta el Ingeniero, y Quartel-Maistre General, à reconocer el terreno por todas partes, viendo por donde se puede arrimar mas à la Plaça, para oprimirla de mas cerca, ò salir para huir de sus Baterias. Va el uno para designiar el alojamiento, y el otro la linea de Circunvalacion, ò cordon, que se coloca à distancia de media, à tres quartos de legua de la Plaça, y la mejor regla, es donde el campo no estè molestado de la Artilleria,

Lle-

Llegado, y alojado el Exercito, se designiarà la linea 300. pies de el mas à la Campaña, dexando este espacio para formar en Plaça de Armas, si fuere necessario, que con 300. que se dà de fondo à los quarteles (y su frente à discrecion) vendrà à tener 600. de lo ultimo de ellos à la linea, la qual se harà por todo con puntas como A. *de la Estampa 20.* distante el centro de una à otra, de 600. à 800. pies, dandoles à sus medias golas 80. y 160. à toda la gola: las caras se haràn de 140. dexando à diversas distancias sin cerrar algunas con la linea, para la comunicacion de la Campaña, assegurando despues sus aberturas, que seràn de 16. à 20. pies, con buenas barreras ò puertas de estacas.

Si quando se visitò el terreno, se notò que havia algunos lugarcillos cerca, se incluiràn en la linea para aquartelar los generales; y à falta se haràn quarteles particulares, que no es otra cosa, que tomar una porcion de la linea y cerrarla, formando una figura quadrangular con las mesmas puntas que à la linea; y si se hallaron algunos pasages que eran avenidas forçosas, se fortificaràn con los fuertecillos de Campaña B. C. ò con qualquiera otros de los notados en los fuertes de Campaña, que tengan de lado de 180. à 300. pies segun pidiere el terreno; siendo los mas proprios para las

entradas y salidas de los Rios los Hornabeques sencillos B. do lados paralelos, y assi estos como los otros, deven estar comunicados con la linea, de manera que los Hornabeques, ò tenazas, tengan defendidas sus Alas de ella, y esta lo estè de los fuertes con rectitud, aunque sea preciso entrar, ò salir mas con la linea, que despues tomarà otra vez su curso; mas no temiendo socorro se escusaràn estos fuertes, porque se pierde tiempo en hazerlos, y piden mucha gente para guarnecerlos.

Los Angulos salientes se pueden ocupar con los Balvartillos D. haziendo sus medias golas de 40. à 60. pies, y sus flancos de lo mesmo, con el Angulo flanqueado recto, ò dando à sus caras al rededor de 100. pies, porque aqui importa muy poco la justificacion de las medidas: mas si que la linea quede flanqueada. El fosso se abre azia la Campaña de nueve pies de ancho, con seis de profundo dexando algun escarpe por una y otra parte, y echando la tierra azia la parte de la Plaça, se haze un parapeto (que no es otra cosa la linea) de nueve pies de basa: de altura interior seis, y quatro de exterior, con su banqueta, y uno ò dos pies de bordo.

La linea de contravalacion se haze en la mediania de la circunvalacion y la Plaça, y mas proxima à esta que à la otra; toda con

sus

sus puntas E. y de sus medidas referidas, que caigan à la parte de la Plaça, con su fosso delante, tomando los Angulos entrantes con una punta. Aqui los fuertes son escusados, porque esta linea se haze solo, para la Plaça que tiene fuerte guarnicion, y de quien se teman las salidas, paraque que puedan los de la contravalacion demas cerca, socorrer à los que estuvieren en los ataques, y de otro modo no se haze.

Si en los circuitos, fuera de la linea de circunvalacion, ay alguna eminencia, que tomada de los enemigos, les sea facil molestar los quarteles con la Artilleria, se ocuparà con un fuerte de 300. à 500. pies de lado: y estando cerca, se podrà encerrar en la linea, ò echarla por encima sin hazer fuertes, si no que sea avenida forzosa. Y quando en dichos circuitos se ofreciere algun bosque cerca, que por el aiga avenida, se pondrà à la entrada, ò à la medianìa otro Fuerte, y passando la linea por dicho bosque, bastarà, cortando arboles atravesando unos contra otros, y assistiendo con faxina, para reparo, escusando assi la linea; pero no los quarteles de Infanteria, y tambien si es menester de Cavalleria, si no que sea tan espesso, que no permita ni uno ni otro, y en este caso se dexarà el bosque en medio de la linea, terminandola en los extremos de dicho bosque,

pero quenta que por el no pueda entrar ò salir, aun que no sea mas que una persona, porque esta basta para llevar, y traer aviso à la Plaça.

A estos Fuertes de fuera de la linea, se les da tanto lado, porque han de ser defendidos por si mismos, embarazando el passage al enemigo, dando lugar à salir à el, si se tomare esta resolucion, que serà la mas acertada. Las medidas de todas sus partes, y de los colocados en la linea se dieron quandó se hablò en el primer libro de los fuertes de Campaña.

Quando por delante de la Villa, y algo lejos passare un Rio que no se pueda badear, serà escusado passar con la linea el Rio, si no hazer con ella una forma de semicirculo, como se haze para un Puerto de Mar, escusando el trabajo que havia de costar el levantarla al otro lado, y la gente que la havia de guarnecer: pero se haràn en los extremos de la linea puentes cubiertos con Hornabeques que sirvan de cabeça à los puentes para passar al otro lado del Rio à forragear, y recebir los convoyes, ò para salir à encontrar al enemigo, caso que venga por aquel lado, y quiera cañonear la linea, y echando puentes, entrar el socorro (mas temiendo esto, serà mejor que corta la linea) puede ser tener el Rio algun puente, que dè passo à la Villa, el qual se deve ocupar con un fuerte que haga oposicion à ella, y à la Campaña; y finalmente el

buen

buen Ingeniero deve prevenir todas la ventajas que le ofreciere el terreno, para valerse de ellas, y sus defectos para remediarlos.

Sucediendo que la linea aya de passar por una inundacion, se harà en ella la misma diligencia, teniendo continua ronda con un Barco ò Barcos, que corran de unas partes à otras; y si es Laguna que se seca, se levantarà por alli la linea de una ò dos Banquetas mas, porque lloviendo, se estè libre del agua; mas si ès tierra pantanosa, havrà de hazerse la linea con faxina, y no haviendo alli tierra, traerla de à fuera.

Nota que para hazer la linea, y abrir su fosso con promptitud, ò por ser grande la circunvalacion, suelen los Generales mandar juntar quatro, seis, ocho, ò diez mil labradores ò mas, à los quales paga el Pays à cuenta del Rey, y se les da Pan de municion en Campaña, teniendo cada uno obligacion de traer su Pala; y quando estos falten, lo hazen los tercios rata por cantidad: y haviendo los dichos labradores, tambien se emplean en hazer faxina.

Al mesmo tiempo que se empieça la linea, se echan los puentes de comunicacion à los Rios que huvieren de pasar por la linea, cien pies mas à dentro de ella. Si el Rio es pequeño, qualquiera save como se ha de hazer: porque atravesando maderos de una parte à otra, y sobre ellos otros menores y mas juntos, bien cla-

clavados y cubiertos de tierra y faxina, se havrà concluido el Puente; y siendo mayor el Rio, se atravesaràn arboles en sus orillas, undiendolos en tierra, hasta igualar con la Campaña, paraque sobre ellos caigan las cabezas de los otros, que se atravesaren de una parte à otra, los quales se cruzaràn con unos mas pequeños bien unidos, sobre que se pondrà buena tablazon, dandole al puente de 20. à 30. pies de ancho; y siendo el Rio grande, es necessario se haga el puente con pontones, que van en el tren, que son unos barcos de madera ò cobre; y poniendo unos de otros tan apartados, como fuere *la anchura* de cada uno, se atraviesan con Arboles, poniendo por encima los Maderos unidos y Tablaçon referida, de que el Tren lleva provision y sujetos que lo sepan executar, y amarrar los Barcos con sus ancoras, exemplo el numero 9. Estos son los Puentes mas ordinarios, de que se usa en Campaña, y de ellos se hazen los necessarios para comunicar las lineas por todas partes, ò passar el Exercito los Rios. Porque puede haver accidente en que convenga passar promptamente à occupar un Puesto, que importe, no dando lugar à fabricar Puentes, ni poderse badear el Rio, darè aqui la invencion que prometi en el Segundo Libro.

*Modo*

## *Modo de passar un Rio ò Fosso, por profundo que sea sin saver nadar, marchando un hombre con los pies dentro del Agua.*

TOmese un pellejo curtido de carnero, ò ternera, &c. y hagase de el un saco que tenga un pie de diametro, y unidas sus bocas, quedarà echa una rosca, que metida por la cabeza ò por los pies del soldado, se le atarà mas arriba de la cintura como un guardinfante, y se lo prenderà à los hombros, con unas correas que estaràn cosidas à la rosca por detras y por delante, y de dichas correas saldran otras, que se ataràn por delante del pecho y espaldas, y assi mismo se prenderà con otras correas, por debajo de la horcajadura, quedando assi firme, sin poder subir arriba ni bajar abajo; y para llenar la rosca de viento, ha de estar à ella cosido un conducto del mismo pellejo con su pipa, como la tienen las gaitas zamoranas, y se representa en F. *de la Estampa 20.* En este modo puede passar un soldado metido dentro del agua, seguro de undirse ni trastornarse, cosa que està experimentada, llevando sus Armas echadas sobre la rosca, haziendo movimiento con los pies y remando con las manos, ò con unas tablillas que

que puede tener en ellas: y si lleva con el un cabo de cuerda, y lo amarra à la otra parte, podràn en breve tiempo, guiandose por el passar 300. 400. y mas hombres al otro lado, para executar la funcion que se desea, que puede ser para una surpresa, ocupar un puesto, ò passar partidas à hazer corredurias.

Nota que siendo larga la distancia, serà menester echar viento à la rosca dos tres, y mas vezes, torciendo despues la boca, y metiendola en la cintura; y siendo grande el corriente, se tomarà resguardo passando por mas arriba: y paraque no parezca ser dificil tener cantidad destas roscas en todas ocasiones, digo que estando sin viento aplastadas, se llevaràn en uno, ò dos toneles gran copia de ellas.

## De los Ataques.

ASsegurado el Exercito, y cerrados con la linea de circunvalacion todos los pasos, de suerte que nadie pueda entrar ni salir sin ser visto, va el Ingeniero que ha de conducir el Ataque con algunos de los Generales, à reconocer la parte mas à proposito para abrirlo.

Si la Plaça tuviere inundaciones, es cierto que por aquella parte son escusados los Ataques, no elegiendo por mejor la que estuviere forta-

talecida de fortificaciones exteriores, si no es que sea por alli el unico ataque, porque no ay duda que por flaca que estè la muralla por aquella parte, la hazen fuerte las dichas Fortificaciones, las quales se colocan alli para este efecto: y assi serà mejor yr por otro lugar, aunque la muralla de la Plaça sea mas fuerte, pues ganada esta, no ay otra ni otro fosso que ganar; lo qual no sucede en la parte donde ay Fortificaciones exteriores, pues haviendose estas ganado, queda aun el obstaculo de ganar el fosso principal, y muralla de la Villa: y antes de hazerlo, puede sobrevenir algun accidente, como cuentan acontecio en el mal logrado sitio de Arras à los nuestros el año de cinquenta y quatro, y fue que despues de haver ganado un Hornabeque doble, hallaron dentro otras obras, y en su gola un Revellin, que los rechazò sin lograrse al cabo el reducir la Plaça, que se huviera tomado por otra parte, con la mitad de la gente que pereciò en el Hornabeque.

La parte mas comoda para atacar una Plaça, es la cara del Balvarte, començando el Ataque frente del angulo flanqueado, yendo assi apartado de los flancos que defienden dicho Balvarte, siempre à una mesma distancia, haziendoles oposicion desde luego con las Baterias. Por lo que mira à la Cortina, es muy peligroso, por estar

estar defendida de los flancos, y por la cercania de estos es el fuego por aquella parte no tan solo doble, si no mas vivo, que à no tener este peligro siempre se hizieran las Brechas en la Cortina, porque una vez alojados en ella, no tienen los sitiados terreno de tras en que fortificarse, lo qual no sucede en el Balvarte si està terraplenado, donde ay capacidad para hazer una y dos cortaduras: mas como en el avançar por la cara del Balvarte no aya mas de un fuegó de que guardarse, que es del flanco opuesto, y este està apartado de la longitud de de la linea de la defensa, con poca diferencia, es mas conveniente conducir el Ataque à esta parte, que à la Cortina, frente de la qual se conduce el Ataque al dicho Balvarte, quando se lleva en lineas paralelas, ò quando el terreno obliga, ò convida à ello: y siendo por una parte, ò por otra, se ha de procurar apretar con el Attaque con todo vigor, moviendo tierra aun de dia si es possible, porque ademas que enseña la experiencia que esto causa terror, no solo à la Plaça atacada, sino à las que la contemplan de sus confederados, no es dudable, que en un Ataque donde observando que sus Parapetos sean bien reforçados, avançando con ellos aceleradamente, usando de cantidad de Artilleria, y Morteros, que continuamente arrojen Bombas y Carcaxes, y assi mismo que los avanços se dèn

en

en lo estrecho à toda fuerça, se hallarà que por mucha gente que muera, y gasto de municiones que se haga, no equivaldra à lo que se pierde y aventura, gouvernandose por lo que se hazia en lo passado, que ivan à passo de plomo con los ataques, y aun poco reforçados, causando gran ruido llevar en ellos treinta, ò quarenta Pieças, y dos, ò quatro Morteros quando mas, teniendo hoy ochenta, con diez y seis ò veinte Morteros, que es todo al contrario, sucediendo por esta causa ya el acidente de la falta de viveres, de una enfermedad contagiosa, una desgracia en un Cabo del Exercito, ò persona que haga gran falta en el, de dar lugar al Enemigo de juntar sus tropas, y ultimamente el dexar de tomar la Plaça por alguna destas razones, ò por todas juntas.

Reconocido el terreno, elegido el lugar del Ataque, notadas las ventajas que ofrecen oyadas, y cubrimientos para valerse de ellos, resuelta la forma del Ataque, y designado en el papel (si es posible) con todas sus Baterias, sale el Ingeniero entre dos luzes, con la gente que le tuvieren nombrada, llevando los unos Palas, Picos, y azadas, y los otros macillos, Pilotillos ò Estaquillas, y Faxina, de que ha de haver gran cantidad, como de Cestillos de trinchera, y Cestones de Bateria, y esto ultimo en particular (negocio que se deve poner por obra.

obra, luego que se comience la linea de circunvalacion) Y suponiendo que se ha de atacar el Balvarte G. *de la Estampa 20.* se empezarà la cabeça del ataque al tiro del Mosquete, ò de mil pies, poco mas ò menos, de la estrada encubierta ò fortificacion mas exterior, designiando un quadrado de 60. à 80. pies de lado como H. se tenderàn las Faxinas en tierra por todo lo largo del designio, como se haze con las salchichas, clavandolas por los ataderos: y puesta la gente por la parte de adentro, un poco mas atràs se empeçarà à abrir una Zanja (que el ataque no es otra cosa) de 3. à 5. pies de ancho, y de unos tres de profundo, yendo echando la tierra sobre las Faxinas y delante de ellas hasta estar à cubierto; y aquel que mas apriesa llegarè à cubrirse, estarà mas presto libre de peligro, lo que se consigue con la tierra que de los tres pies de profundo se saca, y con lo que ella, y las faxinas montan sobre el plano del orizonte: y despues se va de dia ensanchando el Ataque, hasta ocho ò diez pies y mas si por el, se han de conducir carros ò Artilleria, reforçando con la tierra los parapetos, los quales si se quisieren se haràn tan altos que tengan de cinco à seis pies sobre el orizonte, dexando entre el parapeto y Ataque, de uno à tres pies de Banqueta, para subir à disparar detras de los parapetos: y estando en esta forma, se di-

dizen trincheras dobles, y son buenas porque assi cubren mucha gente: y si la Plaça de armas ha de ser en forma de Reduto levantado sobre el orizonte, quedando el parapeto por la parte interior, se darà de lado à la Plaça de Armas 60. pies, y se abrirà el fosso de 10. à 12. mas à fuera y de 5. à 7. de ancho, echando la tierra à la parte de adentro, hasta tanto que de tierra, y Faxina se levante un parapeto de 6. à 7. pies de alto, con su genero de Banqueta, y se tendrà la Plaça de Armas O. con su fosso al rededor, que es de mas fortaleza que la antecedente, que tiene el parapeto por à fuera; pero son de mas travaxo, tiempo, y de gran peligro, porque se ha de abrir el fosso à cuerpo descubierto, si no se remedia, guarneciendo por à fuera de cestones hasta concluir la obra, ò de los tablones que dirè adelante. Concluida la Plaça de Armas H. ò por mejor dezir al mesmo tiempo que se està haziendo, se tirarà el primer Ramal, guiandolo de modo, azia una ò otra parte de la Plaça, que vaya libre de toda fortificacion, como haze H I. y que quede defendido de la Plaça de Armas H. que assi ella, como las demas, se hazen al principio de algunos Ramales con este fin, y el de recoger la gente que se fuere retirando de ellos: y clavadas las Faxinas sobre la linea, cayendo azia la parte de la Plaça se iràn cubriendo, como

queda dicho hasta levantar el parapeto K. que cubre la gente de la Plaça, lo que no hiziera si la linea fuera à dar, si se prolongase; à qualquier punto dentro de la estrada encubierta. Exemplo la tirada de puntos H M. en la qual por alto que se levantase sobre ella el parapeto, no cubrierà là gente que estuviera detràs del, de la Mosqueteria de la parte de la estrada encubierta que estuviese de M. à N. que es lo que llaman linea descubierta ò enfilada, y aun que muchos Soldados viejos usan destos terminos, he experimentado lo hazen mas por haverlo oydo dezir, que porque entiendan en que consiste la dicha enfiladura, *nóobstante* que *lo* ayan visto muchas vezes.

Para tirar el segundo Ramal I O. se harà, librandolo del angulo P. como lo fue H I. de N. y cubierto en el la gente, proseguirase despues con el designio, tirando el Ramal O R. haziendo primero, si se hallare ser necessario, la Plaça de Armas O. que no es regla general hazerlas en todos los angulos, aunque es verdad que refuerçan los Ataques, observando la mesma orden, y que al clavar las faxinas no se haga ruido, ni confusion al pedirlas. De la cabeza de Ataque R. se conduce el ramal R S. y despues el ramal S T. en cuyo extremo, para mas reforçar el Ataque, se podrà hazer la Plaça de Armas T. (lo que no se harà sin gran peligro

por

por la cercania) de que se sacaràn los ramales T V. T X. los quales abraçan la estrada encubierta por todo su angulo flanqueado, y gran parte de las cortinas; haranse en sus extremos las Plaças de Armas V. X. para que hagan cabeça de Ataque, y cubran los ramales, notando que assi estas Plaças de Armas, como todas las demas, quedan siempre enfiladas, y por esso se procura levantar el parapeto de la cara que mira à la Villa, y si fuere angulo, el que mirare azia dicha parte, se levantaràn las dos caras que le forman, paraque lo uno, ò lo otro cubran lo demas de la Plaça de Armas: los Ramales T V. T X. no se tiran con intencion de yr à ganar la Plaça por otra parte que por la propuesta, mas si para divertir al enemigo, el qual si no acudiere al reparo, podrà sucederle el que dichos ramales busquen entrada, hallando ocasion por otro lugar.

Este Ataque que hemos conducido, es el mas simple que se puede hazer à una Plaça, siendo capaz de poca gente, y de ordinario se refuerça, guiando otro Ataque, cuya Plaça de Armas Z. se empeçarà muy distante de la primera H. y al mismo tiempo que ella, sacando tanto de la una, como de la otra los parapetos Q. de 70. à 80. pies, poco mas ò menos de largo, y de 7. à 9. de alto, valiendose, para ello, de cestones, tierra y faxina, y si-

ven estos para cubrir la Cavalleria, que estuviere de guardia à los Ataques, y en las demas Plaças de Armas se podrà hazer lo mesmo) tirando los ramales en la mesma orden, y con los mesmos preceptos que hemos dicho como Za. ab. bc. cd. dT. comunicandose con el otro Ataque, las mas vezes que se pudiere, como lo haze uno con otro en e. c. R. y en T. llaman à este genero de Ataque comunmente dos, por haverse guiado por dos partes, pero realmente no es mas de uno, y otro serà el que se abriere por otro lado de la Plaça, y à vezes ay hasta tres, llamando al uno ò à dos de diversion, y aunque tengan este nombre, no importarà ganar la Plaça por ellos si se pudiere, pero sepase, que para abrir dos Ataques ha de ser el Exercito pujante.

## Modo de avanzar à la Estrada encubierta, y entrar en el Fosso.

BOlviendo al Ataque que dexamos ya comunicado en la ultima Plaça de Armas T. digo que de los ramales T V. T X. se deven tirar otros f. los quales van à desembocar la Estrada encubierta, razon porque deven ser muy cortos, pues de necessidad han de estar enfilados, y profundanse mas que los otros por

esta

esta razon, atravesando por encima maderos, y faxina para passar mas à cubierto: esto se ha de hazer mientras los granaderos, y Gente nombrada corren al rededor de la Esplanada, inquietando à los defensores, hasta que se concluyan dichos ramales ò desembocaduras, de que se haràn quatro, ò seis segun fuere la resistencia, abriendolos con Zapa, y pala, ò hornillos; si huviere estacada, se podrà, quando de golpe no se llevare la estrada encubierta, arrimar à ella las faxinas, y levantando un poco de tierra fortificarse: tendrase mucho cuidado de si huviere puntas minadas, librarse de ellas, procurando encontrarlas, y sacarlas la polvora.

Desembocada la Estrada encubierta, ô ganada por assalto, y no pudiendo passar de hecho al fosso, serà precisso cubrirse en la Estrada encubierta, con unas figuras de medio Exagono, ò con unas puntas como g. haziendo communicacion de unas à otras, y de aqui intentar bajar al fosso, y si es seco y revestida la Contraescarpa, no ay duda que serà dificil la bajada à el (y aunque sea de agua si tiene buena la Contraescarpa) y para facilitarla se haze frente de la cara del Balvarte que se ataca, en la Estrada encubierta un cubrimiento distante de la Contraescarpa seis ò siete pies, enterrandose tres ò quatro, que con la tierra que se saque, y assi-

stidos de faxina se estarà libre de la Plaça, y haziendo hornillos en diversas partes, y por dentro del cubrimiento profundando para ello lo necessario, se procurarà (haviendose retirado la gente à otro cubrimiento) dar despues con la Contraescarpa en el fosso, y conseguiràse esto, haziendo azia la parte de la Plaça mas adelante de los hornillos, unas concavidades tan capazes como sus camaras, paraque la tierra caiga de la parte donde està lo vacio. Mas si la Contraescarpa es de tierra, y de poca altura se haran desembocaduras al fosso con Zapa, y Pala, y de un genero, ò de otro se ha de hazer entrada, ò bajada capaz al fosso, el qual con las ruinas de la Brecha h. que la Bateria i. havrà echo, y las de la Contraescarpa, se havrà cegado gran parte del, y lo que faltare para poder avanzar à la brecha, se suple de faxina: pero antes de llegar à ponerse esto en execucion, ha de haver la Bateria J. reducido el flanco opuesto, à que si es possible no pueda jugar su Artilleria, Mosqueteria, ni impedir el passo à la brecha, y assi mismo hecho de cestones terraplenados de sacos de arena, y reforçado de ellos, y faxina por la parte de la brecha, el parapeto L. para resguardo, y cubrirse del dicho flanco; y si en el fosso se encontrare con algunos Cofres, serviràn de poco, arrimando faxinas à sus troneras, y ultimamente siendo el
fosso

fosso de agua, se cegarà llenandolo de faxina por toda aquella parte que cayere delante de la Brecha, haziendo sobre lo cegado el Parapeto referido L. Concluido con este travajo, allanada la Brecha, tirando cantidad de Bombas de todas las Baterias, como cañonazos de la marcada i. tanto para hazer mas accessible la subida, como para inquietar y quitar los defensores de ella, por tiempo de una ò dos horas antes de yr al avanze, se previene la gente, para yr à darlo en este modo.

## *Modo de yr al Avance.*

PAra dar el avanze general, son los mas de opinion de que se eliga el punto de amànecer, de suerte que quando se llegue à las manos, sea ya bien de dia, que aunque es verdad que los flancos, y traveses de la Plaça tienen assi ocasion de emplear mas bien sus tiros, como los de la brecha de arrojar Maquinas, todavia en este caso, ya no es tiempo de reparar en yr mas ò menos descubiertos, y luego que la mesma ventaja se offrece à las Baterias, y manpuestos del sitiador, el qual consigue, tomando esta resolucion, ver por donde và, influyendo valor à los que avanzan la vista de los Gefes, y cabos del Exercito que se hallaren pre-

sentes, y dar lugar à que dichas Baterias ayan jugado como se ha dicho arriba.

De toda la gente nombrada para el avanzo, se echan delante 40. ò 50. hombres con un cabo armados de medio cuerpo arriba de Armas, que à lo menos sean à prueva de pistola, llevando los unos espadas cortas, y rodelas, los otros chuzos, y Halabardas, y todos si es possible pistolas en la cinta, y estos seguiran à los Granaderos que llevaran la Vanguardia (que pueden ser unos 200. hombres de reputacion) y de tras de los dichos 40. yràn algunas mangas de Mosqueteria, aquien seguirà gente nombrada, con faxina, y los demas instrumentos necessarios para cubrirse, y à estos el demas golpe de gente, y los unos à los otros de modo que no aya separacion, siendo los que van delante parapeto de los de atràs, y siempre para esta funcion hay en un Ataque prevenidos de quatro à 6000. hombres, y aun todo el Exercito està en acion; porque como es ocasion, en que continuamente es menester yr assegundando por la gente que de la Vanguardia vaya faltando, es menester la cantidad dicha, por no perder la empresa, resistiendo con fuerza los de à dentro, obligando à retirarse à los que dan el avanze viendose sin fuerza de socorro de atràs.

Esta es la formalidad con que se deve yr al avan-

avanze; el qual se deve dar à la señal de un cañonazo, ò bomba, ò de una ò dos minas, que si es posible se haràn saltar por otro, ò otros lados de la Plaça, para obligar à que acudan alli los defensores, divirtiendo assi la guarnicion: y viniendo à la execucion, la [illegible] dicta, que ha de ser con todo esfuerço, y vigor, montando à la brecha hasta llegar à ocupar el Balvarte, y obligar à los sitiados à retirarse à las cortaduras, que detràs pueden tener hechas, y si en ellas se hizieren fuertes, y no ay apariencia de llevarlas de golpe, serà necessario fortificarse en el plano del Balvarte con las faxinas mencionadas, y pidiendolo la resistencia de los defensores, se atacaràn las cortaduras abriendo ramales libres de ellas, y procurando despues [illegible] la cortadura, ò volarla con hornillos; y assi hasta hazerse dueños de la Plaça.

Si sucediere que de hechos no se pueda entrar en el Balvarte, no por esso se ha de desamparar la brecha, antes procurar de alojarse en ella, cavando [illegible] dentro del Balvarte para cubrirse de los fuegos [illegible]; y si huviere cablones cubiertos con planchas de oja de lata, se harà con ellos un cubertizo; intentando despues bolver al avanze de refresco, ò hazer hornillos primero desde la mesma brecha, que hagan saltar parte del Balvarte, intentando

do luego hazerse dueños de la Plaça en el modo dicho.

## *De las Baterias.*

DEviera quando se empezò el Ataque, haver hecho mencion de las Baterias, y lo he escusado para hazerlo aqui en particular, diziendo como luego que se da principio al Ataque, se dà à las primeras Baterias, siendo muy importante el poner tal diligencia en levantarlas que amanescan molestando à los sitiados, no dexandolos desde este punto sin continuo fuego.

Adverti al principio deste quarto Libro, que convendria tener noticia del calibre de la Artilleria de la Plaça, paraque respectivamente se hagan màs, ò menos gruessos los parapetos, ò espaldas de las Baterias, y generalmente seràn las de las primeras de 18. à 20. pies, yendo aumentando como se vayan acercando à la Plaça hasta de 25. y quando fueren pocas las pieças (siendo lo mejor tener muchas) se yràn bajando à las Baterias nuevas, las de las primeras, cuidando de que siempre tiren à dos partes; una es à aquella donde se huviere de abrir brecha, y otra al flanco que huviere de defender el passage à ella, y esto tanto en la Fortificacion interior, que exterior; y dado caso

caso que en la situacion del terreno no se pueda seguir esta regularidad, à lo menos se encaminaràn los tiros, à los dichos objetos, llevando por delante à los principios el borde de la esplanada y su empalizada si la tuviere, y todo aquello que se ofreciere al encuentro, no olvidando de hazerlas cruzadas, como adverti en el segundo libro salvo la J. que ha de tirar derechamente à todo el flanco opuesto, pero la i. que ha de abrir brecha, tendrà en su mediania los cañones demas calibre, que son para atormentar y desconyuntar la muralla, y las de menor à sus costados, paraque derriben lo que las otras huvieren desencaxado, y tanto esta Bateria como todas las que se hizieren en la esplanada, y bordo de la estrada encubierta, seràn enterradas; quiero dezir, que en lugar de levantar parapetos, sean de tierra natural, enterrando detras los cureñas. La Bateria m. se empieza detras del primer ramal, ò del segundo, haziendola en linea recta, ò en tenaza, notando en su designio la longitud necessaria porque de centro à centro de tronera, aya de 15. à 18. pies, y tomando azia la parte exterior de el designio de 18. à 20. se tirarà à esta distancia una paralela, que terminarà el gruesso del parapeto; tiendanse por estas lineas, y las que cierran sus costados faxinas, puestas de lado las cabeças à la Campaña, y
al

al traves otras sobre ellas, ajustandolas, y clavandolas como se enseñò en las Murallas de tierra y faxina, y despues de bien clavadas por sus atadetos se llenarà la mediania de faxinas bien unidas, y sobre ellas se echarà uno y medio, ò dos pies de tierra, haziendo para ello un fosso azia la Plaça, de veinte pies de ancho, y diez ò doze de profundo, y pisada con los pies la dicha tierra, se marcaràn sobre este pavimento las troneras, tomando por la parte interior de centro à centro de 15. à 18. pies, y por uno, y otro lado de dichos centros uno y medio, clavando una estaca en cada termino, y frente de la del centro, y à la parte que se huviere de batir, se clavarà otra en el designio exterior, tomando por cada costado 4. ò 5. pies, y clavando donde se terminaren estacas, se tirarà una linea de faxina de la estaca interior, à la exterior del mesmo lado, y se havràn formado las troneras de tres pies de ancho por la parte interior, y de ocho ò diez por la exterior, siendo aora facil de yr levantando los merlones de tierra y faxina, como se enseñò en dicho lugar, y esto hasta la altura de 7. à 9. ò mas pies si fuere menester: y para que la gente estè libre en tanto que se haze la bateria se pone 5. ò 6. pies mas adelante del fosso una hilera de cestones, como todo lo enseñè en mi Libro intitulado el Practico Artillero. Las esplanadas se hazen de ta-

blas

blas de dos pulgadas de gruesso, dandoles para el reculo de 20. à 25. pies, y para facilitar bolver la pieça à la tronera quedarà la esplanada un poco pendiente, azia ella. Nota que entre el fosso, y el parapeto ò espalda, se dexen 3. ò 4. pies de bordo, y que siendo el terreno baxo, se igualara sobre el orizonte la esplanada de tierra y faxina todo lo que fuere necessario, y à su igual se hara la basa, que ha de ser de la espalda, y despues se levantarà esta en el modo referido.

Si la Bateria n. se pretende estè cubierta por los costados, ò que en ellos se quiera poner Artilleria, se les harà tambien su espalda, y para que la Bateria estè libre de que entre en ella el enemigo, se harà fosso todo al rededor, menos de 12. à 15. pies de abertura, que son menester para entrar y salir las pieças, y el parapeto que se hiziere à un lado y à otro de la puerta, no es menester que sea de mas espessor que 6. ò 8. pies, porque este està libre de la Artilleria; cerrarase la dicha abertura con una barrera ò puerta de estacas, quedando assi segura la Bateria de que el Enemigo entre à clavar sus pieças.

Detras de los ramales de communicacion, son muy à proposito las Baterias en tenaça como o. que un lado tire azia un Balvarte, y el otro al contrario, y porque puede acontezer ser el terreno arenisco ò dificil à mover, se suele

se hazer la Bateria de cestones, exemplo la notada o. formando sus merlones de seis cada uno, haziendo figura triangular, poniendo tres à la parte interior, uno delante, y dos en medio; uniendolos fuertemente por sus costados y mediania; llenando los vacios de tierra, y faxina, cerrandolos despues con traveses, quedando solido el merlon con 15. pies de gruesso, respecto ser de cinco cada ceston, y es suficiente espessor por el viento que ay entre los cestones, y à distancia de tres pies de los cestones interiores, se pondràn otros tres, en hilera con los primeros, y acavado todo el merlon, se tendrà la abertura de la tronera, y assi se pueden hazer las que se quisieren; y la mas breve deligencia para llenar los cestones, es hinchirlos de sacos de arena.

Estando el terreno helado, ò siendo sobre roca, serviràn para la Bateria i. los sacos de lana que adverti al principio, haziendo de ellos los merlones, poniendo primero uno de 15. à 17. pies de largo, y delante otro de dos pies menos, y acavar con otro menor, y teniendo 7. pies de diametro cada saco, serà el espessor del merlon de 21. y su altura de 7. y para que estèn firmes, se unen con cuerdas, y traveses fuertemente por todos los quatro costados, dando garrote à los traveses, y que los interiores, y exteriores passen las troneras de un merlon

lon à otrõ : el ſaco major de un merlon que es el interior, quedarà apartado del otro tres pies, para la tronera, y yendo los ſacos de cada merlon en diminucion, dexan abertura capaz por la parte exterior à la dicha tronera; y finalmente ſe pueden formar Baterias, y trincheras de blindas, y tierra, y de faxina encandeleros. A todas las Baterias ſe les hà de tirar un ramal que ſalga de los principales como Z n. para yr à cubierto à ellas.

Suele el Ingeniero ſer Teniente General de la Artilleria, y tocale entonces cuydar de ella, y aſſi procurarà que inceſſablemente ſe tire de las Baterias, las quales ſi eſtàn bien aſſiſtidas, podrà tirar cada una de las pieças 60. à 80. tiros, y mas al dia, y eſto refreſcandola à menudo, y cada hora por la parte interior, y exterior con lexia ò agua, y al fin de tres dexarla deſcanſar una, pues conſiderefe à eſte reſpecto en un ſitio donde aya 60. ò 70. pieças, lo que tiraràn en un dia, y las municiones que conſumiràn, en 20. ò 30. y mas, ſi como ſe deve, ay 15. ò 20. morteros, que uno tirarà en un dia otras tantas Bombas como tiros una pieça: las Baterias de eſtos no neceſſitan de troneras, mas ſi del meſmo eſpeſſor de parapeto que la Artilleria, con 7. pies de altura.

## De otro genero de Ataque, y Modo de abrir las Minas.

AL presente se hazen los Ataques mucho mas fuertes y capaces de contener gran golpe de gente, particularmente temiendo que por tener mucha guarnicion la Plaça haga continuadas salidas, y son poco mas ò menos en la forma siguiente.

Tirese enfrente de la cortina, y opuesta à ella una linea de 400. à 600. pies como A B. *de la Estampa 21.* que se une à las dos Plaças de Armas, que estàn en sus extremos, que seràn hechas en forma de redutos, y levantados estos, y la linea, se tiraràn otras A C. B D. de cada Plaça de Armas, ò demas à fuera si se quiere yr ensanchando el ataque, y si angostando demas à dentro (pero entonces se escusaràn las Plaças de Armas) y que tengan las dichas lineas de 200. à 300. pies de largo: y estando en ellas cubierta la gente, se tirarà de la cabeza de la una à la otra la linea C D. que viene à ser paralela à la primera A B. de donde toman el nombre estos Ataques de lineas paralelas, y en la mesma orden se va continuando el Ataque hasta aproximarse à la Plaça con la ultima paralela E F. y de ella se sale con ramales pequeños à

atacar la eſtrada encubierta, y lo demas que ſe ſigue para ganar la Plaça, y ſuponiendo que tiene fortificaciones de à fuera, y ſean contraguardias y revellines, ſe encamina el ataque à la contraguardia, como à cuerpo mas avanzado, procurando quitarle la defenſa que toma del *revellin*: y haviendo entrado en el foſſo de la contraguardia, y echo cubrimiento contra el revellin, ſe minarà la contraguardia, de modo que ſaltando la mina, dè con ella en el foſſo principal, y yà he notado como eſto ſe conſigue, y de à qui en adelante ſe obrarà como ſe ha enſeñado.

Los parapetos G. que ſobreſalen de las lineas *del* ataque, dixe atràs que ſon para cubrir *la* Cavalleria, la qual eſtà alli prompta para ſalir por uno, y otro lado à cortar las ſalidas que hizieren de la Plaça,

En eſtos generos de ataques, ſe tienen las Baterias mas ſeguras que en el antecedente, por eſtar encerradas entre las lineas, que tambien tienen la ventaja de que dado que el enemigo ſalga, y deſaloje la gente que eſtuviere en la primera, puede eſta ſalir del ataque retirandoſe atràs à encorporarſe con la de la linea immediata que la ſaldra à ſuſtener, y para eſto deve haver en la mediania de cada ramal una ò dos banquetas, ò gradas que facilite la ſubida à la gente que eſtuviere en los dichos Ramales.

Queda advertido lo mucho que conviene juegue con diligencia là Artilleria, y digo à qui como no es de menos importancia, lo hagan tambien los Morteros, los quales enderessaràn sus Bombas de ordinario à los Almazenes, y partes donde huviere Baterias: y si fuere à los Balvartes, se consigue poder meter en el muchas por su gran capacidad, obligando à sus defensores à desampararle, arruinando al mesmo tiempo las Esplanadas, descavalgando la Artilleria de los flancos, quedando estos inutiles de poder servir en la ocasion; tambien se ha de tirar à la Estrada encubierta, y Fortificaciones exteriores, para inquietar à los Sitiados que las defienden: aventajan estos tiros de los Morteros à los de la Artilleria, en que no solamente juegan desde el instante que las Pieças, sino que arrimados al pie de una Fortificacion, y de su mesma Brecha, tienen el mesmo uso que al principio, y sin esto queman, y destruyen todo quanto ay en la Plaça; de lo dicho se infiere que aproximandose à ella podràn meter sus Bombas continuadamente en las Casamatas de los Balvartes, dexandolas incapaces de defender la Brecha: y finalmente es tan infernal su uso, y el de los Carcaxes, que obligan à rendir una Plaça, ò con el discurso del tiempo la reduciràn en zeniza, y assi no se deve yà fortificar Villas grandes.

Pocas vezes sucede, que en un Balvarte Real haga

haga la Artilleria Brecha capaz y accessible para avançar à ella, lo que no acontece haziendola con mina, que es lo mas ordinario, y se executa haziendo alguna abertura con la Artilleria que se hubiere alojado en la Esplanada, en la parte que se hubiere de hazer la Mina; y passa à ella el Minador por una Galeria, hecha de dos hileras de Cestones, exemplo H. haziendo una Calle de 8. à 10. pies que atraviese el Fosso llenandolos de sacos de arena, cubriendo por arriba con buenos Tablones, reforçando por à fuera los Cestones con cantidad de sacos, y de ellos se puede hazer una cama sobre los dichos Tablones, para que el fuego que arrojaren de arriba, no queme la Galeria. Si el Fosso fuere de agua, serà precisso haverlo primero cegado con faxina por toda aquella parte que hubiere de estar la Galeria, y siendo corriente se procurarà sangrar, por la parte que mas conviniere, porque de otra manera seria dificil, aun despues de haver saltado la Mina, poderse dar el avance. Llegando à passar el Minador à la Mina, la empezarà à abrir de quatro à cinco pies de ancho, y otro tanto de alto continuando assi hasta el coraçon de la muralla, procurando no passar mucho mas adelante, porque se pudiera exhalar la Mina por la parte interior. Su camara se haze de la imagen de una Arca, capaz para hazer una Brecha Real, proporcionando la can-

cantidad de Polvorá con la altura que se ha de volar, cosa en que se ha de tener gran cuydado, porque si à una Mina hecha en una muralla, que necessita para hazer la dicha Brecha Real de 600. libras de Polvora, ò seis Barriles poco mas ò menos, se le echassen ocho ò nueve Barriles, no haria la mitad del efecto, que los dichos seis, porque no topando resistencia que se oponga à su violencia, se exhalaria sin detenerse hazer el fracaso, que de su operacion se esperava, y solo haria la abertura necessaria para su salida.

Atacase la camara uniendo los seis barriles, que cada uno tiene cien libras, en dos hileras; rotos un poco par abaxo, y esparzida polvora por el suelo, y lodando la boca de la camara, se dexa en ella una abertura, por donde salga una salchicha, de una pulgada de diametro, hecha de lienzo encerado, y esta llena de polvorà se trae hasta la primera entrada de la mina, en un canal de madera, donde se dexa un cabo de cuerda encendido, tan largo que dè fuego à la polvorà, à la hora que se tiene determinado.

Otro modo ay de atacar la camara que haga mayor efecto, y es que metidos los barriles en una arca, con las circunstancias referidas, se ponga esta arca dentro de otra, que se formarà de tablas de tres, ò quatro pulgadas de gruef-

gruesso, uniendolas muy bien por sus junturas guarneciendola con fuertes bandas de hierro, poniendo encima muchas piedras, y sobre ellas unos maderos gruessos que atraviessen la camara, y estos cruzados con otros, y ajustada assi la camara, se cerrarà muy bien su boca, y si se huviesse ydo echando la tierra, que se sacava de la mina, en unos saços, y despues de cerrada la boca de la camara, se pusiessen por todo el conducto de la mina, hasta su primera entrada, de suerte que quede bien cerrado, no ay duda que esta seria una mina, que haria grande estrago en la muralla, y mucho mas si la mina se ha hecho bolviendo à un lado, y à otro à diversas distancias, y no derecha. Otros quieren se divida la polvora en dos, ò tres minas pequeñas, que llaman hornillos, pero esto es dezir que las fuerças divididas son de mas importancia que unidas, lo que implica. Siempre que la mina se pudiere hazer del principio de la escarpa abaxo, se deve executar, porque mientras mas proxima al centro de la tierra, sube la polvora con mayor violencia, y se consigue derribar mas altura de muralla, escusando sus ruinas el valerse de faxinas, pero serà menester aumentar las 600. libras de polvorà al respecto que la mina se haga mas ò menos baxa, como se ha referido.

Al abrir las minas se suele encontrar arena

en la muralla ò tierra que se desmorone, y por esta razon se han de tener prevenidos maderos, y tablas para yrlas apuntalando; tambien se tiene siempre recelo de dar con contra mina, que estè en la muralla, ò que los sitiados la hagan entonces: y haviendola de suyo en la muralla, se harà la mina por encima de ella, y es mucho mejor por abaxo, aunque en tales lugares, bastante operacion harà la Artilleria, por la flaqueza que causan al muro las dichas contraminas.

## *Invencion util, y provechosa para abrir los Ramales de trinchera sin perdida de gente.*

NO escuso poner aqui un modo para salir la gente à cubierto à abrir los Ataques; que aunque no es nuevo, lo es su uso y aplicacion, el qual he comunicado diversas vezes con Generales y Soldados de grande experiencia, y todos convienen en que es grande utilidad como reconozerà el que bien lo notare, y es assi.

Tomense dos tablones de chopo, alamo blanco, ò de otra madera fofa y ligera, que sean de media à tres quartos de una pulgada de gruesso, cinco pies de alto, y de seis à siete de

lar.

largo ; estos se uniràn por los extremos de su largueza con unas Tablas de la misma materia, que tengan de dos à tres pulgadas de ancho, y de la altura de los Tablones, y lo mesmo se harà por la parte inferior de ellos, y se tendrà formado un caxon, el qual se rellenarà de cortaduras de papel de estraça, lana, ò estiercol bien atacado; y si assi no estubiere à prueba de Mosquete, se le darà alguna anchura mas à las tablillas, que unen los Tablones.

Para agarrar este tablon se pondràn à los tres pies y medio, ò quatro de altura de un mesmo lado, unas aldabas movibles, como las de los cofres dentro del tablon, dos pies distante de cada orilla, paraque entre dos Soldados le conduzgan, y en el mesmo lado que se pusieren las dichas aldabas à los 4. pies y medio de alto, y en su mediania, se aplicarà un pie de amigo movible como un serrojo de 6. pies de alto y una pulgada de Diametro, herrado con un recaton para affirmarle contra tierra, quedando como un canzel, que se sustienne con un puntal.

En las tablillas que unen el tablon por los costados ha de haver en la una, unas argollas de media pulgada de Diametro, y en la otra, unas escarpias ò armellas, que entren en las argollas de otro tablon.

Queriendo salir à abrir el Ataque con estos ta-

tablones, cargaràn cada dos Soldados con uno, llevando el tablon opuesto à la Plaça, y en llegando al paraje donde estubiere marcada la linea, se plantaràn al largo de ella, encaxando unos en otros, y afirmandolos todos con sus pies de amigo, se clavaràn las faxinas que havràn traydo otros Soldados, cubiertos de dichos tablones, los quales Soldados llevaràn zapas, y palas: y despues de cubierta la gente, en la la forma ordinaria, y queriendo abrir otro ramal, se cargarà con los tablones, y se harà la mesma diligencia, no sintiendo el Soldado el que despues de haver tenido la fortuna de cubrirse sin desgracia, le manden lo buelva à hazer mas adelante, porque no ay para el mayor mortificacion que esta: cosa que notè en ellos en una occasion que me hallè.

Tienen mas de servicio estos tablones, el que queriendo avanzar alguna linea de dia con ellos, es mas facil que usar de la prolixidad de yr avanzando, aora un ceston, y terraplenado este, despues otro, cosa que espanta mas que la obra que hazen: pues quando mas en un dia se abriràn de esta manera 20. pies de linea, y de este otro modo lo que se quisiere, siendo preciso, y que à falta de tierra y faxina se haze con ellos un encubrimiento, tanto contra la Empalissada si la hubiere, como en la Esplanada, Estrada encubierta, y Fosso

sien-

siendo seco: y por ser movibles unos contra otros se puede hazer con ellos puntas flanqueadas, como si fuese una linea de Contravalacion. Y aunque podrà alguno dezir que trae consigo el inconveniente de llevarlos à Campaña, quemarlos el Enemigo, y no estar libres de la Artilleria, digo que estas objeciones estàn salvadas con dezir que con 40. Tablones se cubre una linea que tenga de largo cerca de 300. pies, cosa que pueden yr en dos ò tres carros, y en seis para dos Ramales, numero corto donde se emplean mil y dos mil en un Exercito, y se consigue con ellos el que si han de morir mil hombres al abrir las Trincheras, no sean veinte; dando esto mucho animo à los Soldados, y ocasion de trabajar con mas vigor, avançando el trabajo à su salvo conducto. Y por lo que mira à la Artilleria, esta no juega de noche; y siendo de dia si da en ellos un Cañonazo; no harà la bala mas que el agujero que necessita para passar, respecto de no hallar resistencia, y si matare al que estubiere detràs, lo mesmo sucediera sin Tablones, y en esta ocasion lo que se busca, es estar libres de la Mosqueteria: tam poco se puede dezir que el viento de la Bala los deribarà, porque estando unidos los unos à los otros, y afiançados con los pies de amigo, no serà dable. Por lo que mira à quemarlos el Enemigo, muy despacio

ha

las de estàr para hazerlo, y temiendo esto se podràn cubrir de oja de lata. Si el Pays fuere tal que en el aya mucho Corcho, se podràn hazer de el los Tablones, los quales se veen en los figurados I. *Estampa 21.* Y por quanto en lo Tratado del Discurso del Sitio, creo haver dado suficiente Idea para discourir el remedio de los infinitos accidentes que à cada passo suceden, passarè à tratar de la Defensa.

## *De la Defensa contra el Sitio, y Ataque de una Plaça.*

LA Plaça que (como deve) respectare al Enemigo, aunque estè cubierta de otras, imaginando que por accidente puede ser ella tan presto atacada como otra qualquiera, se hallarà siempre prevenida de los requisitos necessarios para su defensa (que son tantos que con dificultad se pueden tener presentes en la memoria, mas no obstante dirè aqui, en suma los mas principales.) Esto supuesto con mas razon lo deve estar aquella que se ofreziere mas vezina al Enemigo.

Pro-

## *Provision que de ordinario ha de haver en los Almazenes de una Plaça Real.*

PRimeramente viveres de todo genero para mantener la guarnicion 3. ò 4. meses de sitio por lo menos ( obligando à los veçinos à tener lo mesmo en su casa, y en cada una un molinillo de mano, para moler su grano ) Tahonas, municiones de todas suertes, como polvora en cantidad de 200. à 300. mil libras, cestillas de balas de Mosquete, y Arcabuz, hasta 50. ò 60. mil libras con cantidad de plomo y moldes para hazer otras si faltaren, de 6. à 8. pieças de Artilleria por Balvarte, con balas de sus calibres à raçon de 60. tiros al dia para cada una, un guindal para cavalgarlas con todo su servicio necessario, como cuchara, tacos, lanadas, cuñas, y palancas: 10. ò 15. Morteros con Bombas para otros tantos tiros al dia, como à las pieças con sus tacos y platos de madera, ollas de fuego, tonelillos de brecha, canales para arrojar Bombas al fosso: 40. ò 50000. granadas, picas, mosquetes, Arcabuzes, y algunos largos y rayados, y para todos sus frascos, ò cargas en sus bandoleras, 100000. libras de cuerda à lo menos: cantidad de

de almoadillas para poner en el pecho los que tuvieren bocas de fuego, azufre, salitre, alquitran para fuego de Artificio y refinar la polvora, faxinas embreadas, cestillos, y sacos de trinchera, chuços, partesanas, guadañas, picos, zapas, palas, podones, hachas de partir leña, bruetas, sechas, ò cubos de cuero para traer agua y apagar el fuego: escalas, linternas, y velas, achones de encerado, cureñas de reserva, y barcas si el fosso es de agua y ay poternas, brea, estopas, cordamen, lampiones en palos largos, con rosquillas embreadas para poner por las esquinas de las calles, y alumbrarlas: tablones, clavos, martillos, maços, tenaças, y garfios en palos largos: y sin esto deve tener la Plaça gran cantidad de cestones, faxinas, zarços, abrojos, estaquillas, ò pilotillos, cavallos de frisa ò cuerpos espinados, y estacas; y la mas minima cosa de estas harà falta en la occasion. A esto se añade el que los parapetos, baterias, fosso, y estrada encubierta, estè todo en estado de ponerse la Plaça en defensa, sin aguardar à hazerlo en la occasion; ya hè advertido como las cureñas deven ser como las de los navios, por las raçones que dirè en su lugar: y poco servirà hallarse con las prevenciones dichas, si no se tiene en la Plaça cantidad de diestros Artilleros, Artificiales de fuegos, y Minadores, gente que de

de ordinario suele servir mas por el interes que por adquirir gloria, razon porque se ha de procurar satisfacerles de paga mas presto que otros; tampoco se ha de carecer de uno ò mas Ingenieros, sujetos que tan importantes son en la ocasion.

Si el que tiene à cargo la Plaça es tan zeloso de ella, como uno que yo hè conocido de la suya, tendrà como este, hecho el projeto de los Ataques que se pueden abrir à ella, y las defensas que à cada uno se deven hazer, sirviendole esto en la ocasion de Regla, que con facilidad prevendrà el remedio à su excepcion, porque podrà aprovecharse de todas las ventajas que le ofreciere el terreno exterior y interior de su Plaça, segun los movimientos que hiziere el Enemigo.

## *Preparacion para la Defensa de la Plaça.*

LOs mas convienen que la Plaça tiene suficiente Gente con 200. Hombres de Guarnicion ordinaria para cada Balvarte, y con el doble en tiempo de Sitio (aunque otros quieren mas) y lo dicho so ha de entender para guarnecer interior y exteriormente. Con esta noticia digo que recelandose del Sitio, ò estando ya declarado, es la Primera diligencia arrasar entorno de la Plaça todas las Zanjas, oyadas

das y linderos, pegar fuego à todas las Casillas que hubiere dentro del tiro del Mosquete, cortando sus Arboles, y dexando la Esplanada sin embarazo, siendo esto ultimo cosa que siempre deviera estarlo, no permitiendo por algun Interes particular se plante y labre sobre ella, porque es prometer al Enemigo terreno, que al estrecho se pueden con las manos cubrir en el, como en tierra movediza: assi mismo se pondràn promptas todas las Municiones, Viveres, y Pertrechos de los Almazenes, poniendolas en los que estubieren à prueva de Bomba, y otros parajes divididos, tanto porque estando juntas no se pierda todo de una vez por alguna desgracia, como porque es menester tenerlas proximas por una y otra parte de la Muralla; ha se denombrar Gente de legalidad, quenta, y Razon para que las distribuian, cuydando unos de la Polvora, otros de las Balas, &c. y serà muy provechoso tener hechos Cartuchos de Carton de Cargas de Polvora, Balas de Mosquete, y de Artilleria para cada una de las Pieças, marcando estas con la mesma señal que à los Toneles, que tuvieren sus cargas ò cartuchos, para que en la ocasion no aya embarazo y se obre con promptitud: tambien se nombrarà Gente de cuydado, para proveer de Municiones à los que estubieren defendiendo los Puestos, cosa que es muy facil, porque

que teniendo unos tonelillos, que los nombrados los traigan, colgados al hombro por una cuerda, y haviendo en el, un agujero con ſu tapon, lo quitarà eſte quando quiſiere proveer algun Soldado de Polvora, el qual abriendo ſu flaſco, meterà en ſu boca un embudo, que el que trae la Polvora tendrà en ſu mano, y deſta manera no ſerà meneſter que el Soldado deſtornille ſu flaſco, para echar la Polvora; coſa en que ſe gaſta mucho tiempo, y es peligroſo, porque derramandola por los ſuelos, pueden ſuceder muchas deſgracias, cayendo algun fuego de à fuera, ò de alguno de tantos cabos de cuerda como allì ay encendidos, y por el otro modo, ſe obra ſin rieſgo y con promptitud: por eſta meſma orden, yràn otros ſujetos abaſteciendo de Granadas à los Granaderos, llevandolas en ceſtillos: y pueden eſtos acudir por Municiones quando ſe les acabaren à la Fortificacion mas proxima, donde eſtaràn à buen recado, cubiertos los toneles con cubiertas de madera que tengan un aro al rededor: y ſi la Contraeſcarpa fuere de tierra, y el Foſſo ſeco, ſe haràn en ella unas Bovedillas capaces de meter dos ò tres toneles de Polvora, y Granadas para mas ſeguridad del fuego: y ſiendo de piedra ſe cubriràn con tablones, ò bien ſi ſe tienen eſtos toneles en algun Revellin, ò fortificacion exterior, ſe haràn las dichas

dichas bovedillas en sus declivios interiores, y para mas promptitud, se harà esto mesmo en los Angulos salientes de la Estrada encubierta: y haviendo en estos lugares, pendientes de una Orquilla ò estaca, cantidad de cabos de cuerda encendidos, se asistirà con ellos à los Soldados que los huvieren menester. A otras personas se encargarà el proveer los Puestos de Viveres y quando sea hora de distribuirlos: y enfin otros que estèn promptos para plantar estacas quando faltaren y para trabajar con fajina, haviendo provision de uno y otro en varios lugares de la Estrada encubierta, y todo esto es Maxima que escusa el dezir uno que va por Municiones ò Viveres al Almazen, y tras del, otro, no faltando con esto pretexto de los puestos, no solo los que lo van à buscar, si no otros, que por tardar, los van à llamar. Esta gente se ha de nombrar de la que estubiere de retén, la qual se dividirà en tres quartos para executar esta funcion, y que trabajen unos mientras descansan otros, y haviendo hecho tres quartos de toda la guarnicion, estarà uno de guardia en los puestos, el otro de reten, y el tercero libre de funcion. Y con esto, y lo que queda dicho arriba de la gente nombrada, gozan todos de trabajo igual, escusando toda confusion.

No es de menos consequencia tener previsto los que se han de ocupar en retirar los muertos,

y heridos, que à demas de ser buena politica qui-
tarlos de la vista, es obra de caridad, como el
assistirlos, y curarlos; y assi se elegirà con tiem-
po parte donde se pueda executar, sin que esta
sea sujeta al incendio, y à la Bomba, entregan-
do cantidad de huevos, estopas, paños, y agua
ardiente, al que hubiere de administrar el Os-
pital, por ser todo esto muy necessario, preve-
niendo à los Sirujanos de los Tercios, lo hagan
de unguentos, y de lo que han menester para se-
mejante funcion, valiendose de otros de la Villa
que se separon zelosos de el servicio de Dios y
de el Rey, paraque assistan à lo mesmo, pues
desta gente nunca havrà sobra en actos seme-
jantes.

Al Habitador que no se hallare con manteni-
miento suficiente para aquel tiempo que parece
puede durar el sitio, segun la guarnicion, muni-
ciones, y viveres que ay para ella, no serà tirania
hazerlo salir de la plaça, pues es mejor que pa-
desca la parte que no el todo; y luego que estos
en la ocasion, seràn mas perniciosos que utiles,
porque se les havrà de socorrer, ò obligaràn
con sus clamores à que se rebuelvan los demas,
à quien se puede ordenar tengan gente nom-
brada en sus calles para apagar el fuego, y para-
que sirvan de conducir hasta la puerta los vive-
res, y municiones para entregarlo alli à los
que lo hubieren de distribuir à fuera; y que se

empleen en conducir los muertos y heridos que se retiraren à ella, haziendo esto mesmo quando la gente se acogiere à la muralla interior; y finalmente ha de haber en la Plaça gran guardia y cuydado con los Almazenes, teniendo puesta la mira à la parte que de ella se puede acudir por tierra, caso de faltar para las obras que la guarnicion hiziere por la parte interior. Y la Plaça que se hallare con todas estas prevenciones y observancia de los preceptos referidos, podremos decir que si la prudencia es valor, que el de esta Plaça serà tan grande que prometa mantenerse por su Principe hasta la ultima necessidad.

### *De la Defensa contra el Ataque.*

AL formar de la linea el enemigo, no se ha de dar por entendida la Plaça por razon de que empezando desde luego à jugar la Artilleria, se consumiràn sin provecho antes de tiempo las municiones, porque estos tiros son de poco efecto, y si no esto es antes assistiendo el curso que ha de llevar su linea, y es mejor dexarlo à su discrecion para que, echandola lejos, no la ciñan à placer sus quarteles; y de cerca, obligarlos despues de concluida à retirarse mas atràs.

Si en el primer dia de ataque no se descubre

à que parte viene endereçado, se sabrà luego por la mañana, viendo que empieçan à disparar sus Baterias, y levantados los parapetos de los ramales, y desde este punto se aplicarà la defensa azia aquella parte ò partes, respectando al mesmo tiempo por todas al Enemigo: haràn se cortaduras si no las ay en las Fortificaciones que se hallaràn amenaçadas, y esto sin aguardar à tiempo crudo.

Para las estacas que fueren faltando, se ha dicho se tenga en la Estrada encubierta provision de otras para yr remplaçando: y à los segundos ò terceros ramales que hubieren abierto los Sitiadores, servirà de mucho salir de los Angulos flanqueados de la Estrada encubierta con unas lenguas de Serpiente, que se abriràn en la Esplanada, aun que no sea mas que con un solo Parapeto, para que amaneciendo alli Mosquetes que enfile los ramales, se vean obligados los de afuera à hazer otros, ò levantar aquellos, que uno y otro es ganar tiempo; mas ha de procurar de cerrarlos antes que el Enemigo llegue à la esplanada con sus ultimos ramales, porque no descubra en aquel conducto, y se aproveche de su tierra movida; la Artilleria se encaminarà à desavalgar la del Enemigo, y à romper los dichos parapetos de los ataques, enterrando à los que estàn cubiertos de ellos, cuydando de hazer salidas à tiempo, de que harè aqui mencion aparte.

## De las Salidas.

Estas se hazen en una Plaça muy medidas, no solamente quando ay poca Guarnicion, si no teniendola suficiente, y esto no en los principios del Ataque, porque es peligrosa la retirada. Las armas mas à proposito para hazerlas son las Granadas, Escopetas, Partesanas, y Garfios para deshazer los Parapetos de los ramales: y pretendiendo clavar algunas Pieças, se llevan martillos y clavos largos, hechos sierra con los dientes azia arriba, paraque metidos à fuerça por el fogon, no se puedan despues sacar.

El tiempo mas oportuno para haçer las salidas, es de media noche arriba, y mas si es lloviosо, que los Soldados y las armas estaràn mojados ò de poco servicio: y muchos han elegido salir estando los Ataques cerca de la Plaça, en lo mas ardiente del dia, considerando que aquella hora estàn los Soldados cansados de el trabajo, molestados del calor, y rendidos de el sueño, al qual se entregan confiados en que à tal hora no se saldrà à inquietar los de la Plaça, donde si ay Cavalleria y parte de ella sustentiendo la Infanteria, quando se haga la salida algo apartada de la Estrada encubierta; y no serà fuera de proposito, que à una salida verdadera, se amenace antes, y despues con algunas falsas en el discurso de una noche, para fati-

fatigarlos continuamente, atrasandolos el trabajo: y si à caso ay inundaciones por donde crean que estàn seguros de salidas, serà facil de hazerla por allì, si se tiene en la Plaça la invencion que dixe arriba para passar los Fossos y Rios, aun que no se logre otra cosa que inquietarlos por allì, haziendo al mismo tiempo salida verdadera por otra parte.

Bolviendo al Discurso de los Ataques, dixe que despues de declarado, no ay otra cosa que advertir, sino que continuamente caigan Bombas, tanto en los ramales, que en las Baterias; y para hazerlo à plazer, y engañar àl Enemigo, no se han de tener los Morteros fixos en una parte, sino en diversas de la Estrada encubierta, Fortificaciones exteriores y interiores, y en el Fosso si es seco, mudandolos muy amenudo, porque hecho puntaria à ellos el Enemigo, le salga su intento en vano.

Las Baterias de la Plaça por ningun caso se pondràn hoy en los Balvartes, porque es dar blanco para apuntar los Morteros: y como la capacidad es tan grande, meterà en el muchas Bombas, arruynando la Artilleria que allì huviere, tanto en las caras como en los flancos, haviendo de estar estas ultimas promptas para jugar, quando el enemigo estè en el fosso, y segun esto se havràn de hazer las Baterias en las Cortinas, cavalgadas las piecas sobre cureñas de navios

rios, que como dixe en el segundo Libro son faciles de manejar, y descavalgada una, cavalgar otra, ocupan poca Plaça, no dando tanto objeto à las Bombas; razon porque en las Casamatas no deve haver otras: y yà tengo advertido en otros lugares, que para librarse de las Bombas que en ellas cayeren, se retirarà la gente à la boveda, y se pondrà en ella las municiones bien à cubierto, y tambien que en los Balvartes, ò Revellines se tenga cortaduras con entradas, y salidas por Barreras, para en cayendo una Bomba azia la parte del Angulo flanqueado, passen los defensores à la de la gola, y al contrario.

Yendose los Enemigos aproximando à la Plaça, procuraràn tomar los reductos, ò Balvartes separados si los huviere fuera de la estrada encubierta, y si la defensa de ellos se hiziere con todo vigor, se conseguiràn muchas cosas, como es venderlos à su justo precio, causando terror à los sitiadores, y valor à los defensores para hazer à lo estrecho mayor oposicion, ganando siempre tiempo, que es lo que se pretende; y haviendo al fin de desamparar los dichos Balvartes, se yrà retirando la gente poco à poco, por la comunicacion que estos tienen por debaxo de tierra, quedando algunos tiradores hasta lo ultimo, paraque desmientan la retirada al Enemigo, y al ultimo que se retirare, se pegarà fuego à la mi-

na,

na; que devo estar hecha, y atacada en el Balvarte, de la qual correrà una canal con polvora hasta la entrada de la comunicacion, en la Estrada encubierta, ò donde la tubiere; dandole fuego luego que los Enemigos se apoderen del Balvarte.

## *De la Defensa de la Estrada encubierta.*

LA Estrada encubierta se dexaria por lo passado que una vez perdida, lo estava la Plaça; cosa que implica à la razon, porque dado caso que no la huviese, no dexaria por esso la Plaça de estar con sus defensas, y obstaculos de fossos, alturas, y gruessos de murallas; pero esto lo ha mudado de tal manera que he oydo dezir à Generales, que ya no las quisieran defender, si no llegando el Enemigo à ella desempeñable, y dexandola experimentando que à la fuerça con que aora se ataca, no se podian defender, porque entrando el Enemigo en ella la corria por todas partes cortando en ella à los defensores: mas haviendo visto los dichos Generales la que yo hago cortada con espaldas, mudaron de opinion y tomaron la de defenderla hasta lo ultimo, reconociendo que los Enemigos no es possible se apoderen de ella de golpe, haviendo quien la defienda.

Infierese de lo referido que la Estrada encu-

bierta estarà cortada, y assi procuraràn los Enemigos alojarse enterrandose en la Esplanada, para precorcionarse en lo que deven hazer, y estando alli se les molestarà continuamente con granadas, ollas de fuego de mano, faxinas embreadas, arrojandolas con garfios, no cessando de tirar y echar esto amenudo, y para las faxinas que arrojare el Enemigo, se tendrà cuydado que los que tienen los garfios las buelvan à echar fuera, y lo mesmo haràn con las granadas otros que estaràn con palas, que con ellas las bolveràn al Enemigo ò tiraràn al fosso, librando assi à muchos de la muerte.

Si estando en esta cercania los Enemigos, se tubiesen en la estrada encubierta calderas de azeite, lexia ò agua hirviendo, se podria con cazos yrlos rociando, porque aunque esto no mate, pondrà por entonces mucha gente fuera de pelea, y porque no es dudable que el Enemigo en este parage tirarà sin cessar de sus Baterias, tanto para abrir brecha en la parte que tubiere intencion, como para arruynar el flanco que la hubiere de defender, se ha de procurar fortificar de noche lo que arruynare de dia, con tierra, faxinas, y cestones; y si las Fortificaciones son altas, serà escusado levantar lo que hubiere derrivado, sino en terrarse detràs à distancia de 18. à 20. pies, porque esto es mas propio para la resistencia, que lo que se hiziere nuevo.

Con

Con el discurso del tiempo entrarà el Enemigo en la Estrada encubierta, y si es por su Angulo flanqueado, no podrà correrla azia à una ni à otra parte, porque en qualquiera hallarà cortadura contra el, y si fuere entre estas y las puntas que se hazen frente de las cortinas, le sucederà lo mesmo, como entrando por las mesmas puntas, que son las partes mas ventajosas para el: pero tambien le ofrecen el mayor peligro, porque las tenazas que las cortan son muy capaces y faciles de socorrer, haziendole bolver à salir por donde entrò, ò por el ayre si se da fuego à la Mina, que en el espacio de estas puntas y Esplanada deve haver, quedando siempre los defensores con su Estrada encubierta enteramente: y haviendola de desamparar, lo que no se duda durando el Sitio, serà con orden y sin confusion, unos despues de otros, retirandose à las Fortificaciones mas immediatas por sus comunicaciones, dexando arruinados los Puentecillos, y levantando el Puente levadizo, si lo hubiere.

*De la Defensa de las Fortificaciones exteriores.*

SI la Plaça se va perdiendo en esta orden, bien se puede dezir que es por sus cavales, y que quedaràn los Enemigos con arto recelo de executar

contar lo mucho que les falta para ser dueños de la Plaça, como los defensores con resolucion de que no les cueste muy barato, y assi no escusaràn entrando los Enemigos en los fossos de estas fortificaciones exteriores, arrojar à ellos todo genero de fuegos Artificiales, como farinas embreadas, tonelillos de polvora, toneles que llaman de brecha, ollas de fuego de mano, Granadas y Bombas por un Canal que se tiende por lo ancho del parapeto; procurando que la parte que ha de defender la brecha estè bien prevenida y fortificada, postando alli buena Mosqueteria, teniendo reservadas y ocultas una, ò dos pieças cargadas de cartuchos de Balas Mosqueteras, cadenillas, clavos, y otro herrage, para emplearlas en bajando el Enemigo al fosso, para avançar à la brecha que habrà abierto con la Artilleria, ò haviendo hecho saltar alguna mina: y para dificultarle la subida à ella se atravesaràn por sus ruinas maderos y cavallos de frisa, y otros embarazos.

Viniendo el enemigo à dar el avanze, se usarà de arrojarle todos los fuegos referidos, y defendèr la brecha con Garfios, Partesanas, Espadas y Rodelas; porque la Mosqueteria no puede hazer aqui grande oposicion: mas si, la que estuviere postada en la parte que defiende la Fortificacion donde estuviere la dicha Brecha, y assi la Mosqueteria que huviere de haver en

ella

ella, ha de estar formada en la parte interior de la fortificacion, como guarneciendo sus cortaduras, si las tuviere; no pudiendo el Enemigo entrar en la brecha con el primer avance, procurarà alojarse en ella, y aqui es donde deven menudear las Granadas, ollas de fuego, fajinas embreadas, con todos los demas fuegos de artificio, como la Artilleria y Mosqueteria que he dicho defienden de otra parte la brecha, para embarazarle quanto fuere possible, haga su alojamiento à placer; y porque no es dudable que à los defensores les havrà quedado muy mal parada la brecha, se cuidarà repararla de noche, ò se encerraràn mas atràs, y llegando la ocasion de desampararla, se retiraràn à las cortaduras mas immediatas, perdiendolo todo palmo à palmo de tierra; y haviendo en fin de dejar la fortificacion exterior, se harà sin confusion, y en la orden que queda notado, dando fuego à tiempo à las Minas si las huviere, y rompiendo los puentes de comunicacion.

## De la Defensa del Fosso principal, y Muralla interior de la Plaça.

APoderado el Enemigo de la Estrada encubierta y fortificaciones exteriores, se havrà fortificado en ellas, y pretenderà hazer lo mesmo

en

en el fosso principal si es seco, ò cegarlo si es de agua; y siendo lo primero, se usarà para su defensa de los cofres en la parte que los huviere, saliendo la Cavalleria de la Plaça por las poternas, à correrle por todas partes, pues tiene aqui bien en que emplear lo que hasta aora le ha faltado de funcion; y si es de agua, se podràn hazer salidas por Barcas: y de un modo ò de otro, se procurarà estorbar el trabajo que los Sitiadores intentaràn hazer en el fosso, y enfin aqui es donde se deve hazer el ultimo esfuerzo, respecto de no haver yà otra fortificacion à que apelar. Dejamos dicho arriba como pocas vezes queda la brecha que haze la Artilleria capaz y accesible para avanzar y montar à ella golpe de gente: razon porque se valen de hazerla con Mina, y supuesto esto, llevarà el Enemigo intento de hazerla, y para ello echarà primero su galeria que se solicitarà embaraçar con la Artilleria y Mosqueteria del flanco opuesto, y quemarla desde encima de la parte donde se hiziere, arrojando sobre ella cantidad de faxinas embreadas, Bombas de canal, y tonelillos de polvora, y si huviere piedras grandes puestas en lo alto, se dejaràn caer à rempujandolas con garfios, que estas podrian romper la Galeria, caso que no se pueda quemar.

Echada la Galeria à todo riesgo, passaràn los Minadores Enemigos à abrir la mina, y si en la

la parte que la hazen, huviere contramina, serà facil aguardando à que la desemboquen, degollarlos despues: y no haviendola, se conocerà si es el Balvarte vacio, por donde viene la mina, porque los golpes lo indicaràn, ò la mesma Galeria: y saliendolos à encontrar, se harà lo mesmo: y caso que ayan cargado la mina, se sacarà la polvora bolviendola à terraplenar; y quando el Balvarte es terraplenado, se toma una barrena de dos varas y mas de largo, y dando barrenos à diversas distancias, se aplica à ellos el oydo que el retumbido de los golpes, diràn donde se haze la Mina: y porque en semejante caso no es facil salirla à encontrar, servirà este reconocimiento para hazer cortaduras que vengan à caer libres de la mina, que volada si està bien dispuesta, dejarà abierta la brecha que pretenden.

Haviendo llegado las cosas à este extremo, es menester resolverse à resistir el avanze, y avanzes, llenando la brecha de cavallos de frisa, y otros maderos que ay travados, como rastrillos sembrados con grandes puntas de hierro; y prevenido todo arriba como adverti en la Brecha passada, teniendo Gente formada con las mesmas Armas unos despues de otros, y Mosqueteria detràs para que vayan assegurando; viniendo los Enemigos al avance, se tendràn las Pieças que se pudieren, en el flanco opue-

opuesto, todas cargadas con Balas de Mosquete, y assi mismo Mosqueteria, como en los Parapetos primero, y segundo de los orejones, si los huviere: y à cubierto en los lados de la Brecha, se pueden tener las calderas de Azeite, lexia ò agua hirviendo, que dixe en la Estrada encubierta, para con cazos yr regando à los que suben al avanze, echando el Agua por elevacion por encima de los Parapetos, jugando todas las Armas sin cessar. Y si (como se puede hazer al principio de su fabrica) huviere en medio del Fosso frente de la mediania de la cara del Baluarte, siendo el Fosso seco, ò de agua, una Mina 15. ò 20 pies apartada de la cara, cuya communicacion sea por debaxo de la Fortificacion, como la tienen los Cofres, y estando dando el avanze, se le diesse fuego, seria grande la ruina, y horror que causaria à los Enemigos, como cosa tan impensada, consiguiendose mas el obligarse à hazer nuevo passage para bolver à la Brecha, cosa que les costaria mucha Gente, y tardança de tiempo; y mas si el Fosso fuere de agua, que se inundaria otra vez, quedando toda aquella concavidad llena. Y porque no paresca, que en semejante Fosso no se puede hazer, digo, que es muy possible, formando el passage y camara en boveda, que esté cinco ò seis pies mas baxo que el plano del Fosso; y el que considerare el fracaso que la

tal

tal Mina puede hazer, y lo que importarà para los Deffensores, conocerà de quanta importancia serà la tengan los Baluartes amenazados, en el frente de su mediania, y por la mesma razon el secreto que en esto se deve tener, para que no sea comun à todos, y llegue à noticia de los Enemigos.

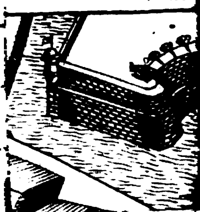
Al cabo de tanto estrago, no dexarà el Enemigo de apoderarse de la brecha, de un golpe ò de muchos, fortificandose encima de ella; lo que executado se retiraràn los defensores à la cortadura mas proxima, que se tendrà con buen fosso, y parapeto que tenga la altura, y anchura que se dixo de la linea de circunvalacion, haziendo que el fosso de la cortadura taladre el parapeto de las caras, porque el Enemigo no passe por encima de el, salvando la cortadura, como parece en la del Baluarte [illegible] que se defenderà hasta lo ultimo, que haviendola de dejar, y teniendo minada su Contraescarpa, por algun espacio del terrapleno del Baluarte, se darà fuego à su tiempo, pero si no estas prevenida la cortadura de la gola [illegible] para guarecerse de ellas [illegible], siendo la intencion hazer la ultima defensa, se tendrà reservada la cortadura general, quedando à sus medias golas, flancos, y caras qualquiera distancia, con tal que quede todo bien flanqueado, y defendido, y porque

que

que esta cortadura viene à caer yà dentro de la Plaça, se elegirà el deribar los quarteles que la embarazaren, levantando la dicha cortadura lo mas que se pudiere, paraque no esten dominada de la Muralla, lo que se conseguirà ensanchando su fosso, y assistiendose con faxinas, y à falta de esta y tierra, serviràn para ello sacos, colchones de lana y estiercol, y en rigôr la tierra de las calles, que en necesidad se desempedraràn para ello si lo estuvieren.

## De la Capitulacion.

DEspues de haver cumplido con su obligacion los defensores de la Plaça; que serà digna de alabanza, si llega al extremo que hemos dicho: y no teniendo esperança de socorro, se usarà primero de la prudencia, que de la temeridad, cediendo al fin à la fuerza, juntandose el consejo de guerra, donde se halla el Ingeniero para dar su parecer sobre el estado en que han quedado las Fortificaciones; y haviendo avisado de ello si es possible al Principe, se resuelve el hazer llamada, con el Tambor: y acudiendo de à fuera, se piden personas de caracter para tratar de la Capitulacion, que viniendo se reciven y bendan los ojos, llevandolos assi à la parte donde se tratare del ajuste; saliendo al mesmo tiempo de la Plaça, otros





[illegible] ò quatro pieças de [illegible]: un
y otro de tal, y tal calibre, con tantos tir
de Polvora, balas, y bombas para cada un

ntendo se reciven y bendan los ojos, sacando-
los assi à la parte donde se tratare de la justa,
iendo al mesmo tiempo de la Plaças: otros
ta-

hijos y mugeres.

Que ayan de sacar, y llevar uno ò dos Mo[r]teros, dos ò quatro pieças de Artilleria: un y otro de tal, y tal calibre, con tantos tiro de Polvora, balas, y bombas para cada uno

V

y su servicio necessario; y cavalgadas pieças y Morteros sobre sus afustes; y ultimamente tantos cavallos, para llevarlos consigo.

Que se les ha de dar tantas barcas ò carros segun el parage, y entre ellos algunos cuviertos, cada uno con tantos cavallos, para llevar el bagaje, heridos y enfermos.

Que los han de conducir con escolta, y seguridad hasta la Plaça mas cercana de su Principe, llevandolos por el camino mas corto, haziendo transito en tal y tal parte.

Que à quenta del Principe conquistador, se les aloje y dè viveres, ò à quenta de su Principe ò por su dinero.

Que la Villa no se ha de saquear, ni hazer molestia à nadie que se quedare en ella, dexando à cada uno libre, con los bienes que tuviere, pudiendo salir el que quisiere francamente con ellos, dentro de tanto tiempo; y yrse adonde gustare con seguridad.

Que qualquiera que se hallare dentro de la Plaça, por cosa que aya cometido durante el Sitio ò antes dèl, no se le pueda hazer agravio, ni vexacion à su persona y bienes.

Que los habitadores que quedaren en la Plaça, pueda cada uno usar de la Religion que professare: dexandolos observar sus costumbres, y ceremonias, tanto dentro como fuera de los Templos, à los quales no se les ha de tocar.

Que

Que dichos habitadores se reputen por vassallos del Principe Conquistador, como lo son los suyos legitimos, todo el tiempo que tuviere la Plaça por suya, permitiendoles gozar y usar de los Privilegios, Govierno, y Politica que se tienen ellos.

Que al mesmo tiempo y à la hora que la Guarnicion vaya à salir por la brecha ò puerta, segun fuere el ajuste, empiece à entrar la del Principe Conquistador por otra.

Todo esto se ha de especificar, y darlo por escrito, y firmado de la una y otra parte, con todos los demas Articulos, de si ay dinero ò deudas del Rey, y de la Guarnicion, declarando en la forma que esto deve quedar. Y finalmente se propondràn todos aquellos Articulos que la situacion de las Plaças, costumbre, y Religion de la gente requiere, cosa sobre que no se puede dar regla fixa; y muchos han propuesto se les dè algunos dias de termino, para dar parte à su Principe, prometiendo que si dentro de aquel tiempo no tuvieren socorro, se rendiràn devaxo de las Capitulaciones hechas, y tambien se pide se permita salir con la gente, algunas personas cuvierto el rostro, importando no ser conocidas.

Los Articulos que tratan de los vezinos, no tienen cavida quando son legitimos vasallos del Conquistador, y por revuelta motin,

tin, ò mal proceder de ellos vinieron à poder de otro Señor, porque à estos tales, no les permite el derecho de las armas, otra Capitulacion que la piedad del Principe les quisiere dar; mas no por esso ha de dexar la Guarnicion de apretar en sacar la mayor seguridad que fuere possible, para dichos vezinos; porque ademas de la de ser buena politica, serà obra piadosa. Y con esto darè fin à la Fortificacion passando à tratar de la Geometria, y otras cosas contenidas en el quinto Libro, y pareciendome seria junto gran Volumen, dispuse quedase esta Obra dividida en dos Tomos.

*Fin de la Primera Parte.*



TA-

# TABLA.

## De lo contenido en esta Primera Parte.

De

## T A B L A.



Del

FIN.

# EL INGENIERO, SEGUNDA PARTE; QUE TRATA DE LA GEOMETRIA PRACTICA, TRIGONOMETRIA,

*Y uso de la Regla de proporcion.*

Por el Capitan Don SEBASTIAN FERNANDEZ DE MEDRANO, Maestro de Mathematica de Su Mageſtad en los Eſtados de Flandes.



EN BRUSSELAS,
En casa de LAMBERTO MARCHANT, Mercader de Libros, al Buen Paſtor.

M. DC. LXXXVII.



# LIBRO QUINTO.

QUE TRATA DE LA

## GEOMETRIA PRACTICA,

## TRIGONOMETRIA,

## Y uso de la Regla de proporcion.

*Definicion, y origen de la Geometria.*

GEometria es una de las quatro partes principales de la Mathematica: que son Arithmetica, Astronomia, Musica, y Geometria: esta trata de la medida de la Tierra en comun, y de todas sus partes en particular: sus especies son tres, Lineas, Areas, y Cuerpos. Atribuyese à los Griegos su invencion; y es mas averiguado fueron los Egipcios, que en tiempo de Maris su Rey, como hallassen que las inundaciones del Rio Nilo, que creziendo una vez cada año à mediado de Julio, sale de madre inundando to-

todos ſus contornos, no teniendo otra agua que riegue las tierras, reſpecto no llover de ordinario en aquella Region; y al retirarſe las aguas, lo que hazen por San Miguel en fin de Settiembre, quedaſſen rovados, y obſcurezidos los linderos, y terminos de unas y otras heredades: inventaron para dar à cada uno deſpues, la tierra que le pertenecia, la Geometria. Mas ſi miramos à lo que dize Flavio Joſeph, en el libro primero cap. 3. de las Antiguedades Judaicas, hallaremos que la Geometria tiene mas antiguedad: pues dize en el lugar citado que parece era neceſſario que en la primera Edad (que es antes del Diluvio) viviesſen tanto los hombres por el tiempo que neceſſitavan para comprehender la Aſtrologia, y Geometria: y hablando de la Arca, dize que la fabricò Noè de 300. codos de largo, 50. de ancho, y 30. de alto: ſiguefe de eſto, que yà havia medida terminada, y que de ella ſe ſervian en las fabricas; y en el ſegundo Capitulo advierte como Cain inventò peſo, y medida, y poner mojones en los terminos: y que Jubal inventò la Muſica: y los hijos de Seth la Sciençia de las Eſtrellas; y en el cap. 8. de dicho libro, refiere como viniendo Abraham à Egipto, enſeñò à los Naturales la Arithmetica, y conocimiento de las Eſtrellas, de que ellos no tenian conocimiento: de que ſe infiere que la

Mathematica la inventaron nuestros primeros Padres, y que los Egipcios pondrian en uso la Geometria: laqual se divide como todas las Sciencias, en Practica, y Theorica: Esta es aquella que especula y contempla el hombre con solo el entendimiento, demonstrando realmente lo que se propone (de que tratò Euclides Megarense en sus Elementos, y el famoso Archimedes Siracusano:) y la execucion de lo que se puede hazer por lo ya demonstrado, es el acto practico de esta facultad: y de que yo intento tratar aqui, como de cosa necessaria al servicio publico: dexando para despues que salga este Volumen, los Elementos de Euclides que se quedan acavando de escrivir para imprimirlos.

La Geometria practica se divide en Planimetria, Stereometria, y Altimetria: la Planimetria trata de saber el Area, ò contenido superficial de las superficies de todos los Cuerpos: la Stereometria de medir lo maciço y solido de qualquier Cuerpo: la Altimetria de medir la altura, anchura, y largueza de qualquier Cuerpo, en que entra medir distancias ò lo que hay de una parte à otra: y de todo daremos aqui razon en este quinto libro, con la mayor claridad que nos fuere possible, por ser cosa que necessariamente deve saber el que quisiere ser professo en la Architectura Militar, dan-

dando principio por las definiciones de las Figuras Geometricas: pero adviertan los aplicados, que para entrar en este quinto Libro, han de estar versados en la Arithmetica, saviendo las quatro reglas, los quebrados, regla de tres, y sacar la raiz quadrada, y no daña saber la cubica, y entender las proporciones por via de numeros.

## DEFINICION PRIMERA.

### Del Punto.

EL Punto es el extremo termino, ò fin de una linea, y le conciven los Mathematicos con solo el entendimiento, sin darle cantidad alguna de latitud, longitud, ni profundidad: y enfin no le permiten, que sea la mas minima cosa: mas como en el acto practico sea preciso hazerle Phisico y aparente, para las operaciones necessarias, se tiene por la señal que la mas subtil pluma puede exprimir.

## DEFINICION II.

### De la Linea.

LA Linea es engendrada del fluxo que hiziera el punto, si se moviesse de un lugar à otro, ò meramente una longitud considerada con la

la imaginacion sin latitud, ò anchura, ni profundidad, y assi sus terminos son puntos, como se ha dicho, siendo la mas corta, la que va rectamente de un punto à otro, como A B. *de la primera Figura Estampa 22.* que es mas breve que la curba A C B. y que la llamada espiral D E. suponiendo que la distancia D E. sea igual à la A B.

## Definicion III.

### *De las Paralelas.*

Lineas Paralelas ò equidistantes, son aquellas que corriendo infinitamente, no se pueden encontrar ni concurrir, yendo siempre apartadas la una de la otra una mesma distancia, como van F G. H I. *de dicha Figura.*

## Definicion IV.

### *Del Angulo.*

El Angulo plano se forma de dos lineas que concurren en un punto, y no derechamente, si no con alguna inclinacion. Si las lineas son rectas, serà el Angulo Rectilineo, como A B C. *de la dicha Estampa Fig. 2.* si curbas curbilineo, como D. y si de una recta, y otra curba mixto,

to, tal es E. y yà dixe en la fortificacion, que el Angulo Rectilineo, que tubiere 90. grados se dize Recto, el que passa obtuso, y el que no llega agudo.

### DEFINICION V.

*De las Figuras Superficies Planas, y primero de las Triangulares.*

Figura plana es la que està cerrada, y terminada de lineas (lo que indica que el angulo no es figura, ni encierra espaçio:) si estas son tres y rectas, serà el triangulo rectilineo, si curbas curbilineo, y si de dos rectas y una curba, ò de dos de estas, y una recta, mixtilineo, como se dixò de los angulos: la cosa es tàn clara que no necessita de Figuras.

Los Triangulos rectilineos, se nombran al respecto de sus lineas, ò de sus angulos. Si de estos, al que tiene un angulo recto como A B C. *de la Figura 3.* se dize Triangulo rectangulo, por tener el Angulo en B. recto, al que tubiere uno obtuso como D E F. obtusangulo (ò amblygonio) y al que los tres agudos como G H L acutangulo (ò oxigonio) lo mesmo que de tres angulos agudos; si se quisieren nombrar segun la grandeza de sus lineas, se llamarà al que tubiere dos iguales, y otra mayor ò menor, co-

mo

mo el dicho A B C. triangulo isoceles, el qual tiene los lados A B. C B. iguales: al que las tres desiguales como D E F. escaleno, y al que las tres iguales equilatero a tales G H I.

## DEFINICION VI.

### *De los Paralelogramos.*

Paralelogramos son figuras de quatro lados, que tienen los dos opuestos iguales y paralelos, y los dos angulos opuestos tambien iguales; en este genero de figuras ay quatro especies, que son las siguientes.

La que tiene quatro lados iguales, como A. *de la Figura 4.* con sus quatro angulos rectos, se dize quadrado: y aunque la marcada B. tiene tambien los quatro angulos rectos, no por esso se dirà quadrado, respecto que dos de sus lados son mayores que los otros dos, y assi se llamarà rectangulo: la marcada C. tiene los quatro lados iguales como el quadrado, pero los dos angulos opuestos obtusos, y los otros dos agudos, y se dize rombo; y la marcada D. romboide, laqual tiene los dos lados opuestos mayores que los otros dos, y los angulos en la conformidad que el rombo.

## DEFINICION VII.

### *De los Trapecios.*

LAs demas figuras de quatro lados, son dichas Trapecios, y la mas regular, es aquella que tiene los dos lados opuestos desiguales, y paralelos, y los otros dos iguales, exemplo A. *de la Figura 5.* donde C. y D. son tambien Trapecios, mas ò menos regulares.

Las figuras, que tienen mas de quatro lados, se dizen multilateras, ò de muchos lados: y à la regular de cinco, Pentagono, à la de seis Exagono, &c.

## DEFINICION VIII.

### *Del Circulo.*

CIrculo es una figura contenida de una sola linea, nombrada circunferencia ò peripheria, descrita de un punto que tiene en su medio dicho centro, y quantas lineas salen del, y llegan à tocar la circunferencia son iguales; tal es la marcada A D E B. *de la Figura 6.* Tiene el Circulo por excelencia, entre todas las figuras, el encerrar mas superficie, siendo iguales en ambito.

De-

## DEFINICION IX.

### *Del Diametro.*

DIametro es una linea recta, que passando por el centro de un circulo, toca con sus extremos la circunferencia, siendo la mayor que se puede tirar dentro de el, como A B. *del circulo citado.* La mitad del Diametro A C. ò su igual C B. se dize semidiametro: como semicirculo à la parte comprehendida en el diametro, y la mitad de la circunferencia.

## DEFINICION X.

### *Del Sector, y porcion de Circulo.*

SEctor de Circulo se dize à un triangulo mixto, formado de dos semidiametros, y de una porcion de la circunferencia, como D C E G. *dicha Figura 6.* Y à lo comprehendido en el Arco, D G E, y la cuerda del arco, ò sustensa D E. se dize porcion, ò segmento de circulo: como à la linea F G. flecha, ò saeta.

## DEFINICION XI.

### Del Oval.

EL Oval es una figura redonda, contenida de una sola linea: difiere del perfecto circulo, en que sus diametros son desigüales, como sucede cortando obliquamente, ò al soslayo una coluna redonda, y perfectamente circular: que aquella secion, ò cortadura, que se haze, es lo que se llama figura oval, como A. *Figura 7.*

## DEFINICION XII.

### De la Superficie Concava y Convexa.

QUando las Superficies son redondas, se dize por una parte Concava, y por otra Convexa. Exemplo en una Bola, ò Coluna redonda hueca, que à la parte exterior se dize su superficie Convexa, y à la interior Concava. Lo mesmo se entenderà por un Arco de un Edificio, ò cosa semejante, como B. *Fig. 8.*

De-

## DEFINICION XIII.

### Del Gnomon.

GNomon es una Figura comprehendida de tres Paralelogramos, que el Diametro de el de en medio, toca en un angulo de los otros dos, como haze el Diametro A B. que toca los Paralelogramos C. D. en B. *dicha Fig. 8.*

### Del uso del Compas.

ES tan importante el uso del Compas, que mal se podrian sin saberle construir las Figuras Geometricas, y en esta consideracion puse aquì las Reglas mas necessarias para la construcion de lo Practico de ella.

## PROPOSICION PRIMERA.

### *Dividir una Linea recta terminada por mitad.*

SEa dada la linea A B. *Fig. 9. Estampa 22.* con qualquier intervalo, ò abertura mayor que la mitad de la dicha linea, se harà del termino A. un arco azia C. y otro azia D. y con el messmo intervalo, se haràn del termino B. otros arcos

cos, que cortaràn los primeros en C. D. y puesta la Regla en las interſecaciones, ò puntos en que ſe cortaron los arcos, ſe tirarà la linea C D. que cortarà la A B. por mitad en M.

## PROPOSICION II.

*Dividir una Linea recta terminada, en las partes iguales que ſe quiſiere.*

SEa la linea F G. *Fig. 9.* dada à dividir en cinco partes iguales; tireſe otra recta H I. indeterminada, y con qualquiera abertura deſde el termino H. ſe tomaràn ſobre ella cinco diſtancias iguales, y de donde ſe terminaren, que ſupondremos en I. ſe harà con la meſma abertura de una de las cinco partes, un arco azia K. que ſea grande à diſcrecion, y tomando deſpues el intervalo I H. ſe harà de eſte punto la interſecacion K. y por eſta interſecacion, y el punto H. ſe tirarà la linea H K. indeterminada: tomeſe aora la abertura de la dada G F. y con ella deſde H. ſe deſcrivirà el arco E L. digo que la cuerda E L. ſerà la quinta parte de la linea propueſta G F. *conſta de la 1. Propoſicion del libro 6. de Euclides.*

Nota, que ſi como ſe quiſo dividir en cinco, fuera en mas, ò menos partes, ſe tomaràn otras tantas ſobre la H I. obrando en lo demas, como ſe ha dicho.

Pro-

## PROPOSICION III.

*Levantar una perpendicular à una Linea Recta, dado un punto en ella.*

SEa dado el punto A. en la linea B C. *Fig. 10.* pues con qualquier intervalo, y del punto A. se tomaràn dos distancias iguales, una por cada lado, como de A. à B. y de A. à C. y con otra abertura mayor, de los puntos B. C. se harà una interſecacion, como D. y tirando la Recta D A. serà la perpendicular que se desea; y perpendicular no es otra cosa que una linea recta, que cae sobre otra, sin inclinarse à una ni otra parte, formando dos Angulos rectos, como lo son B A D. D A C. y quando la tal linea se inclinare azia una parte, formarà tambien dos Angulos iguales à dos rectos, pero el uno serà agudo, y el otro obuso.

## PROPOSICION IV.

*Levantar una Perpendicular à una Linea recta, en uno de sus extremos.*

SEa en el termino F. de la recta E F. *fig. dicha*, donde se quiere levantar la perpendicular, para lo qual se prolongarà à discrecion azia

azia G. y haziendo con qualquiera abertura del punto F. las distancias iguales F G. F E. y con qualquiera abertura mayor, de los puntos G. E. se harà el cruzero H. tirese la H F. que serà perpendicular à E F.

## Proposicion V.

*Tirar una perpendicular à una linea, de un punto dado fuera de ella.*

Sea dado el punto I. *de la mesma Figura*, de donde se quiere baxar una perpendicular à la recta L M. con qualquier intervalo, y haziendo centro en I. se descrivirà el Arco L K M. que cortarà la linea dada en L. y en M. y de estos puntos con la mesma abertura, ò otra qualquiera (mayor que la mitád L M.) se harà el cruzero N. y puesta la regla en I. y N. se tirarà la linea I N. que serà la perpendicular que se pretende. Quando el arco descrito desde I. no cortare la linea dada, se prolongarà lo necessario para que la corte.

Pro-

## PROPOSICION VI.

*Tirar una paralela, à otra Linea Recta dada.*

SEa la linea CD. *de la fig. 11.* con un intervalo à discrecion, y de qualquieras puntos de la linea, como de A. B. se descriviràn los arcos E. F. por cuyos extremos de la circunferencia, se tirarà la tangente E F. que serà la paralela que se pide: tangente se dize à una linea, que toca la circunferencia de un circulo, sin cortarle, ni entrar dentro del.

## PROPOSICION VII.

*Dado un punto fuera de una linea recta interminada, tirar por el una Paralela à la Linea.*

SI fuesse dada la linea H I. *Figur. 11.* y pedido que se tire à ella una paralela passando por el punto G. se baxarà de este punto la perpendicular G K. (en la forma que se ha enseñado) y con su intervalo, de qualquier punto de la linea, y sea de L. se descrivirà el arco M. y tira-

rarà la tangente MG. que serà la paralela que se pide.

## Proposicion VIII.

*Dada una linea Recta y terminada, descrivir sobre ella, un triangulo Equilatero.*

SEa la linea AB. *Figura 12.* con cuyo intervalo, y de sus extremos se harà la intersecacion C. de donde se tiraràn las lineas CA. CB. y quedarà formado el triangulo Equilatero, que tambien es equiangulo, ò de angulos iguales: *consta de la 1. del libro 1.*

## Proposicion IX.

*Dadas tres lineas Rectas, las dos que sean iguales, y la otra mayor, ò menor, descrivir un triangulo Isoceles.*

SEan las lineas iguales D. E. *dicha Figura* y la desigual FG. de cuyos terminos, y con el intervalo de una de las lineas iguales, se harà el cruzero H. y tirando HF. HG. se havrà descrito el triangulo pedido.

## PROPOSICION X.

*Dadas tres lineas Rectas terminadas, y desiguales, como las dos juntas sean mayores que la otra, descrivir un triangulo Escaleno.*

SI fuessen dadas las tres lineas A. B. C. *Fig. 13.* y queriendo formar de ellas un triangulo, se tomarà la una y sea C. que se pondrà por Basa de D. à E. y con el intervalo de la B. del termino D. como centro, se harà un arco azia F. y con el intervalo A. y centro E. la interseccion F. tirense despues F D. E F. y se tendrà el triangulo propuesto.

Si la intencion fuere formar un triangulo rectangulo: dadas las dos lineas que formàn el Angulo Recto terminadas, y sean C. y B. se pondrà la una como C. de D. à E. que serà la basa, y levantando en uno de sus extremos la perpendicular D F. igual à B. se tirarà la linea F E. dicha diagonal, y se havrà formado el triangulo. Mas si fueren dadas una de las lineas, que forman el Angulo Recto, como C. y la diagonal A. no havrà otra cosa que hazer que poner para la basa D E. la C. y levantando en D. una perpendicular interminada, tomar el

intervalo de la diagonal A. y del punto E. hazer la interſecacion F. de donde ſe tirarà la linea F E. y quedarà formado el triangulo.

PROPOSICION XI.

*Sobre una linea Recta terminada, deſcrivir un quadrado.*

SIendo propueſta la linea G H. *Figura 13.* para formar ſobre ella un quadrado, ſe levantarà en el termino G. la perpendicular G I. que ſea de la grandeza de G H. y con eſte meſmo intervalo de los extremos I. H. ſe harà la interſecacion K. de donde ſe tiraràn las lineas K I. K H. que formaràn el quadrado propueſto.

PROPOSICION XII.

*Dadas dos Lineas rectas terminadas deſiguales, deſcrivir un rectangulo.*

SEan dadas las lineas A. B. *Fig. 14.* tomeſe una de las dos, y ſea A. que ſe pondrà de C. à D. y levantando en uno de ſus terminos la perpendicular C E. igual à B. ſe harà con eſta grandeza del Punto D. un arco azia F. y con la abertura de C D. y del eſtremo E. la interſeca-
cion

cion F. tirense las lineas F D. F E. que cerraràn la figura que se desea.

## PROPOSICION XIII.

### *Describir un Oval, dados dos Circulos iguales.*

SEan los Circulos G P I Q. y H L K M. *Fig. 14.* cuyos Diametros G I. H K. estan tomados sobre una linea recta, passando la circunferencia del uno por el centro del otro, viniendo à cortarse las dos circunferencias en los puntos P. Q. tirese de la intersecacion P. por el centro H. el Diametro P N. y de la dicha intersecacion P. y con dicho Diametro, se describirà el arco N M. tocando en estos puntos las circunferencias de los circulos, y observando la mesma abertura de la intersecacion Q. se describirà el arco O L. tocando los circulos en dichos puntos, dexando assi formado el Oval, que se muestra marcado de negro.

## PROPOSICION XIV.

### *Buscar el centro de un Circulo.*

QUeriendo hallar el centro del Circulo A B C D. *Fig. 15* se tomaràn en su circonfe-

rencia, tres puntos à discrecion, y sean E. F. G. tirando de uno à otro las lineas E F. F G. que se dividiràn estas por mitad, como se hà enseñado, con las lineas D B. C A. prolongandolas hasta que concurran en un punto, como en H. el qual serà el centro pretendido.

Lo dicho enseña, que dados tres puntos (como no estèn en linea recta) se puede descrivir un circulo, que passe por todos tres: como si fuessen dados los tres puntos E. F. G. que se tiraràn de uno à otro las lineas E F. F G. y dividiendolas como antes por mitad con las lineas D B. C A. prolongandolas hasta que concurran en el punto H. se tendrà en este punto el centro que se busca, porque abriendo el Compas desde el, hasta uno de los puntos dados; se descrivirà un circulo que passarà por todos tres.

## PROPOSICION XV.

### *Descrivir la Espiral.*

LA Espiral se descrive de muchas maneras, segun la Figura que se quiere forme toda junta, ò el apartamiento, que ha de llevar en su revolucion de un arco à otro, y uno de los modos es el siguiente: Demos, que se tome por distancia el Diametro K L. *Figur. 15.* que se divi-

vidirà por mitad en I. y con el intervalo de I L. se descrivirà el semicirculo K L. y tomando despues toda la abertura del Diametro K L. se continuarà del centro K. el semicirculo L N. y puesto el pie del Compas en L. se abrirà hasta N. y se descrivirà el semicirculo N M. y assi al infinito.

## PROPOSICION XVI.

*Dividir un Angulo Rectilineo, en dos igualmente.*

SEa dado el angulo A B C. *fig. 16.* à dividir en dos igualmente, lo que se conseguirà haziendo con qualquiera abertura del termino B. las intersecciones D. E. y de una, y otra observando la mesma abertura, la intersecacion F. y tirando la linea F B. dexarà dividido en dos partes iguales el Angulo dado.

Si se quisiere hazer esto por la parte externa del Angulo, se prolongaràn las lineas que le forman à discrecion, formando otro Angulo G B H. que serà igual al dado A B C. y usando del aviso antecedente, se dividirà en dos partes como se desea.

Nota, que hasta aora no està hallado el modo de dividir un angulo en tres partes iguales, ni

ni en otras impares, que conste por demonstracion Mathematica.

## Proposicion XVII.

*Formar un Angulo rectilineo, igual à otro dado.*

SEa dado el Angulo ABC. *dicha Figura*, al qual se quiere hazer uno igual, tomese qualquiera abertura, y del punto B. se descrivirà el arco E D. y observando la mesma abertura del termino I. de la recta IK. se descrivirà otro arco à discrecion, que se terminarà con la abertura del arco D E. poniendola desde K. à L. y tirando la I L. se tendrà formado el Angulo KIL. igual al dado,

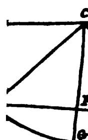
## Proposicion XVIII.

*Hallar el centro de un Triangulo rectilineo, para descrivir un circulo al Rededor del.*

SEa el Triangulo ABC. *Figura. 1. Estampa 23.* dividanse por mitad dos de sus lados AB. BC. con las lineas EF. GH. las quales se cortaràn en un punto como I. y este es el cen-


B
fig.

E


C
F
G













centro que ſe pretende: del qual ſi ſe ajuſta el compas à uno de los Angulos, ſe deſcrivirà un circulo que paſſarà por los terminos de todos tres. Eſto meſmo ſe harà para hallar el centro de qualquiera figura regular.

## PROPOSICION XIX.

*Inſcrivir un circulo, dentro de un Triangulo rectilineo.*

SI fuere dado el Triangulo K L M. *dicha Figura* y dentro del ſe quiſiere inſcrivir un circulo, ſe dividiràn dos de ſus Angulos por mitad con las lineas L N. K N. las quales ſe cortaràn en N. que ſerà el centro: de donde ſe baxarà una perpendicular à uno de los tres lados, como N O. y con eſte intervalo ſe inſcrivirà el circulo, que ſe pretende, tocando los tres lados del triangulo. De la meſma regla ſe uſarà para inſcrivir un circulo en qualquiera figura de las regulares.

Pro-

## PROPOSICION XX.

### *Inscrivir en un Circulo, qualquiera Figura regular.*

SEa el circulo ABCD. *Fig. 2. Estampa dicha*, tomese la abertura del semidiametro F C. y puesto el compas en C. se tomaràn por una, y otra parte de la circunferentia dos puntos, como E. D. y tirando la linea ED. se tendràn aqui tres lados: conviene à saber, que la distancia C E. ygual al semidiametro, es el lado del exagono, ò figura de seis lados: toda la cuerda ED. lado del triangulo equilatero, y su mitad G E. del eptagono, ò figura de siete lados practicamente: porque justo hasta aora, no se ha hallado modo de dividir el circulo en siete partes iguales por via de Mathematica. Para el lado del quadrado se harà de los estremos del Diametro A C. una intersecacion con qualquiera abertura, como sea mayor que el semidiametro, y sea I. pongase la regla en esta intersecacion, y el centro F. y cortese la circunferencia del circulo en B. digo que el lado A B. serà el del quadrado. El del Pentagono se hallarà, tomando el intervalo G B. y poniendole de G. à H. y la distancia H B. serà el lado del Pentagono, ò figura de cinco lados. Enten-

tendido esto se hallaràn los de mas lados con facilidad, porque dividiendo la circunferencia A B. por mitad, cada una comprehenderà el lado del Octagono: y si la circunferencia del Pentagono se divide en dos, darà el lado del Decagono, y assi de los de mas.

## PROPOSICION XXI.

*Dado un lado que sea comun para todas las Figuras regulares, hallar los demas.*

SEa dado el lado A B. *de la 3. Fig.* el qual se quiere que sea lado comun en qualquiera de las figuras regulares; y para el triangulo se descrivirà como se ha enseñado el equilatero A B C. y para el quadrado se levantarà la perpendicular A D. de la grandeza de A B. y se acavarà el quadrado por su regla; para las demas figuras se descrivirà del termino A. y con qualquiera intervalo, la porcion de circulo E F. prolongandola à discrecion: y si la figura ha de ser Pentagonal, se dividirà el arco G E. que es la quarta parte del circulo, en 5. partes iguales y se añadirà una de G. à H. tirese A H. ygual à A B. que serà el segundo lado del Pentagono, el qual se acavarà, dividiendo los dos lados por mitad, y hallando el centro de la Figura, ò bien formado en el termino B. un angulo igual al angulo

gulo H A B. y assi hasta cerrar la Figura por el angulo de los Poligones. Para el Exagono se dividirà el arco G E. en seis partes iguales, y de ellas se daràn dos à G I. y tirando A I. igual à A B. se tendrà el segundo lado del Exagono. Para el Eptagono se dividirà dicho arco en siete partes iguales, y se añadiràn tres. Para el Octagono en ocho, y se añadiràn quatro &c. las figuras se acavaràn de cerrar, si se quisiere como se ha dicho.

## PROPOSICION XXII.

*Dado un Punto en la Circunferencia de un Circulo, tirar à el una Tangente.*

SEa el Circulo A B C. *Figur.* 4. y el punto dado en su Circunferencia A. tirese de el al centro, el Semidiametro A D. al qual se levantarà del termino A. la perpendicular A E. que serà la Tangente que se pide.

## PROPOSICION XXIII.

*Dado un Punto fuera de un Circulo, tirar à el una Tangente.*

SEa *en la mesma Figura* 4. dado fuera del circulo el Punto F, de donde se tirarà una linea al centro, como F D. y dividiendola por mi-

mitad en G. se descrivirà el semicirculo D C F. que cortarà el circulo dado en C. tirese desde este punto la F C. que serà la Tangente que se pide, y perpendicular al semidiametro D C. aunque el tal semidiametro no es necessario tirarle.

## PROPOSICION XXIV.

*De tres Lineas continuas proporcionales, dadas las dos extremas, hallar la de en medio.*

SEan dadas las lineas A. B. *Fig. 5.* ponganse entrambas sobre una linea recta, como C D. y dividiendola por mitad en F. se descrivirà el semicirculo C G D. y en el termino donde se juntaron las lineas, que serà en E. se levantarà la perpendicular E G. hasta cortar la circunferencia en G. digo que la dicha E G. serà media proporcional entre C E. E D. ò entre sus iguales A y B. De otra manera se puede hazer esto, como si fuesen dadas las lineas C. D. *de la 6. Figur.* que se harà el Diametro E F. igual à la mayor de las dadas C. y descrito el semicirculo E H F. se tomarà la menor D. y se pondrà desde F. à I. y levantando en el termino I. la perpendicular I H. se tirarà H F. media proporcional entre toda la E F. y F I. ò sus iguales, y si se tira H E. se tendrà

drà en esta linea la media proporcional entre E F. y la parte E I.

## Proposicion XXV.

*Dadas tres Lineas proporcionales, hallar la quarta en diminucion.*

SEan las tres lineas E. F. G. *Figur. 7.* pongansse las dos mayores E. F. sobre una linea recta, desde H. à K. y del termino H. se tirarà la H M. à discrecion, formando con ella el angulo M H K. de qualquiera abertura: y hagase H I. igual à la primera E. y la H L. igual à la tercera G. y tirese I L. y del termino K. se tirarà la K M. paralela à L I. digo que la parte L M. serà la quarta proporcional, y la menor de las quatro.

Nota que si se quisiere buscar la quarta proporcional en aumentacion, se tomaràn las dos menores de las tres dadas sobre una linea recta, como antes se tomaron las dos mayores.

## Proposicion XXVI.

*De quatro Continuas proporcionales, dadas las dos extremas, hallar las dos medias.*

SEan las lineas extremas H. I. *de la Figura 8.* hagase A B. igual à la mayor H. y en el termino A. levantese la perpendicular A C. igual à

la

la menor I. y acavese el rectangulo A D. Y tirando los diametros B C, A D. que se encontraràn en el centro G. y prolongando la A B. y A C. à discrecion, se tirarà la diagonal E D F. con tal orden que passando por el punto D. ha de distar el punto E. del centro G. lo mesmo que el punto F. distare del mesmo centro G. lo que se harà poniendo la regla fixa en D. y mover sus costados hasta tanto que disten los dichos puntos E. F. igualmente del centro G. ( y esto llaman en la Mathematica obrar à tientas, porque por regla fixa y demonstrativa, no se ha hallado hasta aora el modo de tirar la dicha linea E D F. ) esto executado digo, que B E. es la segunda proporcional que se busca, y C F. la tercera; y porque esto para el que empieça serà algo confuso, respecto que aunque tenga conocimiento de la proporcion por numeros, le serà dificil tenerla por lineas, harè aqui una breve declaracion de uno y otro.

Primeramente digo que media proporcional Arithmetica es sumar dos cantidades, y tomar de ellas la mitad, exemplo en 4. y 10. de cuya suma 14. tomada la mitad seran 7. media Arithmetica entre 4. y 10. porque bien considerado, la mesma diferencia ay de 7. à 10. que de 4. à 7. y lo mesmo se harà por lineas, sumando las dos, y tomando la mitad.

Media Geometrica es cosa muy distinta. Exemplo

plo entre 4. y 9. entre los quales la media Geometrica es 6. La Regla es, que se multiplique el 4. por el 9. y del producto 36. se saque la Raiz quadrada que es 6. de modo que 4. 6. y 9. estan en continua proporcion. Y conocerase ser assi, si la media proporcional 6. se parte por el primer termino 4. y el ultimo termino 9. por la media 6. y salieren los cocientes yguales, que aqui seran 1 $\frac{1}{2}$ cada uno, que llaman razon, ò proporcion sexquialtera; si salieran dos, fuera dupla; si 3. tripla, &c. Si savidas estas tres, se quisiere saver la quarta, se quadrarà ô multiplicarà por si misma la tercera, y el producto 81. se partirà por la segunda 6. y el cociente 13. $\frac{1}{2}$ serà la quarta. Esto entendido supongo, que *en la Figura 5. de la Estampa* 23. las lineas A.B. tiene la menor 4. pies, ô otra cantidad, y la major 9. donde buscada la media proporcional E G. se hallarà de 6. pies, si las lineas estubieren con estas medidas dadas por una escala: y lo mesmo se entenderà de las demas lineas proporcionales. Concluiendo con dezir, que proporcion no es otra cosa que la Razon, ò habitud que tienen dos cantidades entre si, siendo de una mesma especie, y naturaleza: y tambien que aunque entre dos lineas extremas, no se han hallado dos medias proporcionales Geometricamente, se hallan con mucha facilidad por Arithmetica: porque suponiendo que entre 2. y 16. se quieren hallar dos

me-

medias proporcionales; para hallar la segunda, se quadrarà la primera, y su quadrado que es 4. se multiplicarà por la quarta, y del producto 64. se sacarà la Raiz cubica, que es 4. y segunda proporcional: la tercera se hallarà buscando la media proporcional entre 4. y 16. como se ha enseñado, que serà de 8. Todo esto he puesto aqui para dar luz de que es proporcion, y no para que el inclinado desmaye por no estar muy seguro, y dexe de passar adelante.

## *Comiença la Planimetria, donde se enseña à medir las Areas de todas Figuras Planas.*

AREA ò superficie, no es otra cosa, que el espacio ò campo contenido dentro de qualquier figura plana terminada de lineas, que son sus extremos. Exemplo en el quadrado ABCD. *Fig. 9. Estampa* 25. que tiene por lado 5. tamaños, donde multiplicando el lado AB. por el lado AC. superpendicular, hazen 25. y tantos quadrados superficiales tiene de area el quadrado propuesto. Y si los cinco tamaños, de cada lado fuesen un pie cada uno, havrà 25. quadrados en la figura de un pie cada uno: y si los tamaños fuesen palmos, tendrà cada quadradillo un palmo por lado: y si varas una vara: si leguas una legua, &c. Y assi de todas las demas medidas, segun la especie de que se hiziere

mencion; de manera que si el quadrado dicho fuere una heredad, que tuviesse por lado cinco verjas, contendrà de area 25. verjas quadradas; y si por caso fuere una sala, que se quisiere enladrillar, con ladrillos, ò losas quadradas, que cada una sea de un pie de lado, teniendo cada uno del quadrado cinco pies, serian menester 25. ladrillos, ò losas para enladrillar la tal sala.

## PROPOSICION XXVII.

### *Medir el Area de otro quadrado.*

SEa el quadrado *de la mesma figura* D E F G. que tenga por lado cinco pies y medio, multipliquese la basa F G. por su perpendicular F E. y el producto 30. $\frac{1}{4}$ son los pies quadrados que contiene toda la figura, y fuera de los 25. enteros del quadrado A B C D. restan 5 $\frac{1}{4}$ para el Gnomon E F G. que se conoceràn assi: advirtiendo primero, que qualquiera figura quadrilatera, por escusar de letras, se nombra por dos, puestas en los angulos opuestos: el Rectangulo pequeño O H. tiene en su lado menor C E. medio pie, y en el mayor E H. uno: y multiplicando la basa E C. por su perpendicular E H. haze medio pie por el Area de dicho rectangulo, y porque todo el Gnomon contiene de estos, diez iguales, haràn 5. pies quadrados: el quadradillo F A. tiene medio pie por lado, que

que multiplicado uno por otro haze un quarto, que serà su Area: pues sumense aora los 25. quadrados enteros, con los $5\frac{1}{4}$ de todo el Gnomon, y la suma $30\frac{1}{4}$ es el Area de todo el quadrado, como diximos arriba.

## PROPOSICION XXVIII.

### *Medir el Area de un Rectangulo.*

SI se pretende saber el Area del Rectangulo M.K. *figur.* 10. donde el mayor lado Y K. que està por basa tiene 6. pies, y el menor Y M. que està por perpendicular 4. que multiplicado uno por otro, hazen 24. y tantos pies quadrados se dirà que tiene de Area el Rectangulo M K. como lo muestran los quadradillos, que cada uno tiene un pie por lado.

## PROPOSICION XXIX.

### *Medir el Area de otro Rectangulo.*

SEa en la mesma figura 10. dada à medir el Area del rectangulo Y N. y que el lado mayor O N. tenga seis pies y dos tercios de otro, y el lado menor NP. $4\frac{3}{4}$ multipliquese como antes uno por otro, y el producto $31\frac{2}{3}$ serà el area de todo el rectangulo; y ya hemos dicho que el rectan-

gulo MK. tiene 24. que hasta 31 $\frac{2}{3}$ van 7 $\frac{2}{3}$ que es lo que està en el gnomon: donde el lado del rectangulo pequeño MQ. tiene en el lado pequeño MO, tres quartos, y el mayor OQ. un entero, que multiplicado uno por otro, monta $\frac{3}{4}$ por el area de dicho rectangulo: y porque son 6. iguales desde M, à L. haràn $\frac{18}{4}$ que son 4. pies $\frac{1}{2}$ En el rectangulo pequeño PR. el lado mayor KR. tiene un pie, y el menor KP. dos tercios, cuyo producto de uno por otro monta $\frac{2}{3}$ por el valor del rectangulo PR. de que ay quatro de K. à L. que hazen $\frac{8}{3}$ que son dos enteros y $\frac{2}{3}$: aora el rectangulo LN. tiene por un lado $\frac{3}{4}$ y por el otro $\frac{2}{3}$ que multiplicado uno por otro, es un medio, valor de este rectangulo; de manera que sumando estas tres partidas del Gnomon, como $\frac{1}{2}$ 2 $\frac{2}{3}$ y 4 $\frac{1}{2}$ suman 7 $\frac{2}{3}$ que con los 24. enteros hazen los 31 $\frac{2}{3}$ que se hallaron arriba.

## PROPOSICION XXX.

### *Medir el Area de un Triangulo rectangulo.*

QUeriendo medir el Area de un triangulo rectangulo, como ABC. *Figur.* 11. que la Basa AB. sea de 4. pies, y la perpendicular AC de 3. se multiplicarà la Basa por la perpendicular, y del producto 12. se tomarà la mitad

6. que serà el Area del dicho triangulo, *consta de la 41. del 1.* Porque si se sacavare el rectangulo A D. su area fuera 12. Y como todo triangulo rectilineo sea la mitad de un paralelogramo, assi al triangulo rectangulo propuesto, le pertenezen los dichos 6. que es la mitad de todo el rectangulo, y lo que se muestra marcado de negro, y la otra mitad lo que parezo de pantos.

Nota que lo mesmo fuera multiplicar la mitad de la basa por la perpendicular, ò la mitad desta por toda la basa, que de qualquier genero de los tres, siempre el area del triangulo serà 6. pies.

## PROPOSICION XXXI.

*Dadas en un triangulo rectangulo, conocidas las dos lineas que forman el angulo recto, hallar la diagonal ò Hipotenusa, que es el tercer lado.*

SEa el mesmo triangulo A B C. *Fig. 11.* donde hemos dicho, que la basa A B. tiene 4. pies, y la perpendicular A C. 3. quadrense estas dos cantidades, ò multipliquense por si mesmas, y el quadrado de la basa 16. y el de la perpendicular 9. sumados haràn 25. que es el quadrado de la diagonal B C. *consta de la 47. del 1.* que

para saber su valor, se sacarà la Raiz quadrada de 25. que es 5. y tantos pies se dirà que tiene la dicha diagonal.

PROPOSICION XXXII.

*Conocidas en un Triangulo Rectangulo la Diagonal, y qualquiera de las Lineas que forman el Angulo recto, descubrir la otra.*

SUpongamos, que del mesmo Triangulo se tienen conocidas la diagonal B C. de 5. pies, y la basa A B. de 4. Quadrese este numero hará 16. que se restarà del quadrado de la diagonal, que es 25. y la resta 9. serà el quadrado de la perpendicular A C. y su Raiz quadrada 3. seràn los pies que tiene la dicha perpendicular; de modo que esto enseña, que los quadrados de las dos lineas, que forman el angulo recto juntos, hazen el quadrado de la diagonal: como mas claramente se muestra en el Triangulo A B C. *Fig. 12.* donde el quadrado de A B. 16. junto con el quadrado de B C. 9. hazen 25. por el valor del quadrado de A C. cuya Raiz quadrada 5. es el valor de la linea A C. Luego si de los 25. del quadrado de A C. se quita el quadrado de A B. restarà el quadrado de B C. cuya Raiz 3. serà el valor de B C. y si de

los

los dichos 25. se quita el quadrado de B C. restarà el quadrado de A B. cuia Rayz 4. serà el valor de A B. y esto importa mucho que se sepa antes de passar adelante, respecto que para buscar qualquiera Area, siempre es necessario tener conocidas en un triangulo rectangulo, la basa, y perpendicular: porque la mitad del producto de la una por la otra, dà su Area como dixe arriba.

## PROPOSICION XXXIII.

*Conocer el Area de un Triangulo Isoceles, conocidos sus lados.*

SEa el Triangulo D E F. *Fig.* 13. que cada lado de los iguales tiene 5. pies, y la basa D F. 6. laquàl se dividirà por mitad en G. y del angulo E. se tirarà la linea E G. que serà perpendicular à D F. y dexarà dividido el triangulo propuesto en dos triangulos rectangulos iguales, como D G E. E G F. Esto supuesto, se buscarà el valor de la perpendicular E G. quadrando la basa D G. y su quadrado 9. se restarà de 25. quadrado de la diagonal D E. y restaràn 16. por el quadrado de la perpendicular: y la Raiz quadrada 4. seràn los pies de esta linea, que multiplicados por los 3. de la basa D G. hazen 12. por el Area de todo el triangulo Isoceles D E F. y cada uno de los triangulos rectangulos ten-

drà 6. Lo mesmo se conseguirà multiplicando la mitad de la perpendicular por toda la basa D F. ò toda esta por la perpendicular, y del producto tomar la mitad, que de un genero ò de otro, saldràn 12. por los pies quadrados que tiene de area el triangulo Isoceles, y se veè à la clara, acavando el rectangulo D E. donde la basa D G. es de 3. pies, y la perpendicular G E. de 4. que multiplicando uno por otro, hazen 12. y tantos pies quadrados vale dicho rectangulo. Y porque el triangulo E H D. es la mitad de todo el rectangulo, y G E D. la otra mitad, podremos dezir, que el triangulo Isoceles es igual al rectangulo, imaginando el triangulo E D H. ser el mesmo que el triangulo E G F.

## PROPOSICION XXXIV.

*Hallar el Area de un Triangulo Equilatero.*

PAra medir el Area del Equilatero A B C. *de la Fig.* 14. que tenga 6. pies por lado, se harà la mesma diligencia para buscar la perpendicular, que en el Isoceles, baxando la D B. y restando el quadrado de la basa D C. que es 9. del de la Diagonal B C. que es 36. y restaràn 27. por el valor del quadrado de la perpendicular, el qual no tiene raiz justa, y assi sacando la raiz serà 5. y sobraràn 2. que se pondràn sobre una raya,

raya, y el duplo de la raiz que es 10. debaxo, y seràn $\frac{2}{10}$ ò $\frac{1}{5}$ que es lo mesmo: con que diremos que la perpendicular tiene 5. pies y $\frac{1}{5}$ que multiplicados por 3. mitad de la basa A C. montan 15. y $\frac{3}{5}$ por los pies quadrados del area del Equilatero: porque acabado el Rectangulo D E. que es ygual al dicho Triangulo, se hallarà que tiene 15. pies quadrados enteros, y cada Rectangulillo de los 3. de arriba, tiene $\frac{1}{5}$ y juntos, hazen los $\frac{3}{5}$. que hemos dicho.

## PROPOSICION XXXV.

### *Medir el Area de un Triangulo Escaleno.*

SEa el triangulo BCD. *de la Figur.* 15. que la basa BD. tiene 14. el lado CD. 15. y el lado B C. 13. baxase del angulo C. la perpendicular C E. que dividirà el triangulo en dos triangulos rectangulos desiguales, sin saber en que partes dividiò la basa, y se sabrà en esta forma; quadrense los 14. de la basa, y los 15. del lado D C. y de la suma 421. se restara el quadrado del lado B C. que es 169. y restaràn 252. que se han de partir por los 14. de la basa, y del cociente 18. se tomarà la mitad, que serà el valor de la parte E D. *consta de la 13. del 2.* y el cumplimiento à 14. serà la restante E B. advertiendo, que se hallò primero la parte E D. porque

que se sumò con el quadrado de la basa el quadrado del lado D C. porque si se sumara el quadrado del lado B C. salieran 5. para la cantidad de B E. Y ya estan conocidas de los triangulos rectangulos las basas, y diagonales, y por qualquiera de ellas, y por las reglas antecedentes, se hallarà tener la perpendicular 12. pies, que multiplicados por 7. mitad de la basa B D. hazen 84. y tantos pies quadrados tiene de Area todo el triangulo, el qual es la mitad de todo el rectangulo B F.

## PROPOSICION XXXVI.

*Medir el Area de otro Triangulo Escaleno.*

SI fuesse un Triangulo como el *de la Fig. 16.* que la basa D F. tenga 7. pies, el lado F E. $7\frac{1}{2}$ y D E. $6\frac{1}{2}$ para medir su Area, se harà como en el antecedente, baxando la perpendicular E G. y buscando su valor por la mesma regla, que se hallarà de 6. y el Area del triangulo 21. que es mitad del rectangulo D H.

Si se pretendiere saber en que parte cortò la basa, la perpendicular E G. por otra regla, se harà assi: sumense los lados D E. E F. y haràn 14. assimesmo restando uno de otro, resta uno, digase aora por regla de 3: si 7. de la basa dan 14. suma de los dos lados, que darà uno de su dife-

fe-

ferencia? Y êcha la regla daràn 2. que sumados con los 7. de la basa hazen 9. cuya mitad $4\frac{1}{2}$ es el valor de la mayor seccion GF. Sabido esto se conocerà todo lo demas por sus reglas.

## PROPOSICION XXXVII.

### *Hallar el Area de un Rombo.*

Sea el Rombo A B. *de la 11. Fig. Estampa 24.* que tiene 10. pies por lado, y el diametro menor C D. 12. tirese el diametro mayor A B. que dexarà dividido el Rombo en quatro triangulos rectangulos iguales; y porque el triangulo A C D. es Isoceles (à vezes serà equilatero) se buscarà su perpendicular A E. como se enseñò en el triangulo Isoceles: que es restando del quadrado de A C. que es 100. el quadrado de la basa C E. que es 36. y de la resta 64. sacar la raiz quadrada, que se hallarà de 8. por el valor de la perpendicular: y esta multiplicada por la mitad de la basa C D. darà el producto 48. y tantos pies quadrados tiene de Area el triangulo Isoceles A C D. que es igual al Rectangulo C A. y tambien al triangulo Isoceles C B D. con que todo el Rombo vendrà à tener 96. pies quadrados de Area, y tantos se hallarà multiplicando toda la basa C D. por la perpendicular A E.

PRO-

## PROPOSICION XXXVIII.

### Hallar el Area de un Romboyde.

SI fuesse dada à medir el Area del Romboyde C D. *Figur.* 2. donde el lado major C E. tiene 10. y el menor D E. 5. se baxarà del termino D. la perpendicular D F. prolongando la C E. à discrecion, y del termino H. la perpendicular H G. y se havrà formado el rectangulo H F. que es igual en Area al Romboyde. Y para saber lo que contiene, supondremos que la perpendicular D F. tiene 4. pies, (lo que no se puede saber, si no es midiendola mecanicamente con el compas) haviendo esto se multiplicarà la dicha perpendicular, por el lado D H. supuesto de 10. que haràn 40. Area del Rectangulo H F. que es la mesma que pertenece al Romboyde propuesto. Porque el triangulo D F E. que pertenece al Rectangulo, es igual al triangulo H G C. y este pertenece al Romboyde, y assi se toma el uno por el otro: por los avisos antecedentes, se harà la demonstracion de los quadradillos en esta, y en otra qualquiera figura.

Pro-

## PROPOSICION XXXIX.

### *Medir el Area de un Trapezio regular.*

Haviendo de medir un Trapezio como ABIK. *de la Figur. 2.* se baxaràn de los angulos I. y K. las perpendiculares IH. KL. que dexaràn dividido el Trapezio en el rectangulo HK. y en los Triangulos rectangulos KLB. IHA. iguales. Y suponiendo que la IK. tiene 4. pies, y su paralela AB. 16. y los lados iguales AI. KB. 10. cada uno, se restarà la IK. de AB. y la resta 12. se dividirà por mitad, y los 6. seràn para la basa AH. y los otros 6. para la basa BL. y los 4. restantes, quedaràn para HL. basa del rectangulo HK.

Hecho esto se procurarà saber una de las perpendiculares, que son iguales: y sea LK. restando del quadrado de KB. que es 100. el de la basa LB. que es 36. y tomando de la resta 64. la raiz quadrada 8. se tendrà el valor de la perpendicular, que multiplicada por la mitad de la basa LB. haràn 24. area del Triangulo rectangulo KLB. y lo mesmo tendrà el otro Triangulo. Assi mesmo se multiplicarà HL. por la perpendicular, y haran 32. por el area del rectangulo, que sumados con los 48. de los Triangulos, suman 80. y tantos pies quadrados de Area tendrà el Trapezio propuesto. Si

Si se quisiere hallar toda el area de una vez, se sumaràn los 4. de I K. con los 16. de A B. y de la suma 20. se tomarà la mitad que es 10. (y la media Arithmetica entre estas dos lineas) los quales multiplicados por la perpendicular, haràn 80. por el Area del Trapezio como salio arriba.

## PROPOSICION XL.

### *Del Area de otro Trapezio.*

SEa dado el Trapezio A B C D. *de la Fig. 3.* que *la linea* superior A D. tenga 3. pies, *la inferior* B C. 7. y la perpendicular A B. 3. que bien considerado si se baxa una perpendicular del angulo D. se tendrà el quadrado D B. cuya Area serà 9. y la basa E C. quedarà de 4. pies, cuya mitad multiplicada por la perpendicular, harà 6. que serà el Area del Triangulo D E C. con que todo el Trapezio vendrà à tener 15. y lo mesmo saliera si se sumaran 3. de la basa superior A D. con 7. de la inferior B C. y de la suma se sacara la mitad, y se multiplicara por 3. de la perpendicular A B.

PRO-

## PROPOSICION XLI.

### *Medir el Area de un Circulo.*

PAra medir el circulo, es necessario tener conocida su circunferencia y diametro : y como lo sea una de estas dos partes, se sabrà la otra por la doctrina siguiente.

Sea el circulo A B C D. *de la Figura* 14. donde el Diametro A C. se supone de 14. pies ; y porque la proporcion del diametro à la circunferencia es tripla sexquiseptima, que es lo mesmo que dezir que estan como 7. con 22. se formarà una regla de tres, diziendo, si un circulo que tiene 7. pies de diametro contiene 22. de circunferencia, este circulo que tiene 14. que circunferencia tendrà? y echa la Regla se hallarà que vienen 44. por los pies de la circunferencia del circulo propuesto ; y lo mesmo saliera si se multiplicara el diametro por la denominacion de la proporcion que es $3\frac{1}{7}$. Si conocida la circunferencia se pretende saber el diametro : y sea la circunferencia los 44. pies dichos ; se formarà la regla de tres al contrario, diziendo, si 22. pies de la circunferencia de un circulo dan 7. para su diametro, 44. de esta circunferencia, que diametro daràn? y executando la Regla, vendràn 14. y lo mesmo sucediera partiendo los 44. de la circunferencia por $3\frac{1}{7}$

Yà

Yà que la circunferencia y diametro se conocen, se multiplicaràn uno por otro, y del producto 616. se tomarà la quarta parte 154. y esta serà el area del circulo, *consta de la 5. de las Electas de Archimedes*, ò se multiplicarà la mitad del diametro por la mitad de la circunferencia, y se conseguirà lo mismo. De lo dicho se infiere que el rectangulo E G. hecho de la mitad del diametro, y la mitad de la circunferencia, es igual al area del circulo: como lo muestran los quadradillos del dicho rectangulo, el qual entre sus quatro lineas, tiene todo el diametro, y toda la circunferencia.

PROPOSICION XLII.

*Hallar el Area de un Sector de Circulo.*

SEa en el circulo D E F G. *de la Figura propuesta* à medir el Area del Sector D H E. cuyo angulo en H. sea de 60. grados; y cada uno de los semidiametros de 12. pies y medio, y assi todo el diametro tendrà 25. y por el aviso de arriba se hallarà tener toda la circunferencia 78 $\frac{4}{7}$. y el area del circulo 491 $\frac{1}{14}$. Y para por ella descubrir la del Sector, diremos, si los 360. grados de toda la circunferencia encierran 491 $\frac{1}{14}$ de area, los 60. grados de la circunferencia del sector D H E. que espacio encerraràn? y hecha la Regla hallaremos

temos que vienen $81\frac{71}{84}$ por el area del dicho Sector: y por que lo hemos propuesto de la sexta parte del circulo, tambien su area serà la sexta parte de toda la area. Esto mesmo se podrà hazer si la circunferencia del sector fuera conocida en pies, que en tal caso se dirà: como los pies de toda la circunferencia, dan los pies de la del sector, que darà toda la area del circulo? y aquello que diere serà la del sector.

## PROPOSICION XLIII.

*Medir el area de una porcion de Circulo.*

SI se pretende medir la porcion del circulo GIF. *de la Figura dicha*, donde meramente se conozca la cuerda del arco G F. de 24. pies, se procurarà buscar el centro H. y acabar de descrivir todo el circulo, y tirar los semidiametros H G. H F. que por la noticia y escala, que se harà de los 24. de la cuerda, se mediràn y hallaràn cada uno de doze y medio: y por un semicirculo se conoceràn los grados del angulo G H F. que supongo son 147. grados y 29. minutos, y tantos diremos, que tiene el sector G H F. cuya area superficial por el aviso dado para el sector antecedente, se hallarà de $201\frac{9}{13}$ que se guardaràn, procurando despues conocer el area del Triangulo Isosceles G F H. cuyos tres lados son

conocidos: su basa GF. que es la cuerda de el arco de 24. y cada semidiametro de 12 $\frac{1}{2}$ que restando del quadrado del uno, que es 156 $\frac{1}{4}$ el de la mitad de la basa que es 144. restan 12 $\frac{1}{4}$ cuya Raiz quadrada es 3 $\frac{1}{2}$ y valor de la perpendicular HK. No dudo que el que anduviere yà en esto, sepa sacar la Raiz quadrada de enteros y quebrados, lo que se haze reduziendo los 12. à quartos, y añadiendo el nominador, haràn $\frac{49}{4}$ y la Raiz de 49. es 7. la de 4. dos, y partiendo el 7. por 2. salen los dichos 3 $\frac{1}{2}$ que multiplicados por 12. mitad de la basa, produzen 42. que es lo que tiene el triangulo Isocceles de area, y restando este numero del valor de todo el sector 201 $\frac{8}{50}$ es evidente que la resta 159 $\frac{8}{50}$ serà el area de la porcion GIE.

Nota que el area del circulo no se ha hallado modo de medirla justa por via de Mathematica; con que tan poco lo seràn sus partes; y esto viene de que la proporcion de 7. con 22. que dimos al diametro con la circunferencia, no es justificada: mas si, proxima, y de la que comunmente nos servimos en la practica, por ser el error muy poco. Yo tengo sacado à luz si no la verdadera proporcion del diametro à la circunferencia, à lo menos la mas proxima, hasta que otro demuestre la perfecta, que encontrada hallaremos la verdadera quadratura del circulo; que no es otra cosa que hallar un circulo igual

en

en area à un quadrado, ò al contrario: y cierto es que si el area del circulo fuera justa, y de ella se sacarà la Raiz quadrada, que esta fuera el lado de un quadrado igual en area al circulo.

## PROPOSICION XLIV.

### *Medir el Area de un Oval.*

EL Oval se mide de muchas maneras, de que diremos algunas, midiendo el Oval A B C D. (*de la Figura 6.*) donde el mayor diametro B D. tiene 19. pies y $\frac{3}{5}$ y el menor A C. 10. que multiplicado el uno por el otro, produzen 196. y este numero multiplicado por 3. y el producto partido por 14. da al cociente 42 los quales restados de los 196. quedan 154. por el area del Oval. De otro modo, busquese la media proporcional entre los dos diametros, y se tendrà en ella una linea, que serà diametro de un circulo, cuya superficie serà igual à la del Oval; y el tal diametro se hallarà de 14. usando como diximos al fin del uso del Compas, hablando de las medias proporcionales, por lineas ò por numeros.

Tambien se sabrà el Area del Oval, si sobre el diametro menor (ò sobre el mayor) se descriviesse un circulo, y buscada su area, se dixesse, como el diametro menor sobreque se supone

descrito el circulo, es al mayor del Oval, assi el area de dicho circulo serà à la del Oval, y hecha la regla de tres, se hallarà que vienen los 154. de arriba; y esto basta para en quanto el Oval.

## PROPOSICION XLV.

### *Medir el Area de las Figuras Regulares.*

DAda la regla para medir una de las Figuras regulares, se tendrà la general para medirlas todas: y dando el exemplo en el Exagono A B C D E F. *de la Figur. 7.* donde buscado el centro G. y tirados à uno de los lados, los semidiametros G E. G F. supondremos, que el lado F E. tiene 6. pies: y por ser esta Figura exagonal, serà el triangulo F G E. Equilatero, y cada lado tendrà 6. (y si fuera en otra Figura, se midieran los semidiametros mecanicamente, ò por la Regla que dì en la Fortificacion, alfin de las Figuras regulares, ò por Trigonometria) y observando la regla de medir el triangulo Equilatero, se hallarà su perpendicular G H. de $5\frac{1}{5}$ y el area del triangulo $15\frac{3}{5}$ que multiplicados por 6. respecto ser tantos los triangulos de la Figura, produzen $93\frac{3}{5}$ que es el area del dicho Exagono: si fuere Pentagono se multiplicarà el area de su triangulo por 5. y si Eptagono por 7. &c.

PRO-

## PROPOSICION XLVI.

### *Medir una Figura Irregular.*

SI con cuydado ſe ha notado el modo que ſe ha tenido para hallar el area de qualquier Figura, ſe havrà conocido que ſiempre ha ſido valiendoſe de Triangulos Eſcalenos, Equilateros, ò Iſoceles: y aſſi ſerà preciſo hazer lo meſmo para medir las Figuras Irregulares, reduciendolas à Triangulos, tirando lineas de unos angulos à otros. Exemplo *en la Fig. 8.* que es la ultima, donde ſe mueſtra una de 5. lados, que ſe puede reduzir à tres triangulos, tirando las lineas de puntos AB. AD. Y dado por caſo que en el triangulo ABC. el lado AC. es de 17. pies, CB. de 10. por cuya noticia ſe podrà formar una eſcala, dividiendo el lado AC. en 17. partes, ò pies, ò bien el lado CB. en 10. que por la una ò la otra, ſe hallarà el lado AB. de 21. AD. de 14. AE. de 13. ED. de 15. y DB. de 11. de modo que los tres lados de qualquiera de los tres triangulos Eſcalenos, ſon conocidos: y valiendoſe de las reglas, que para medir eſte genero de triangulos ſe ha dado, ſe hallarà que el area del triangulo ACB. es 84. la del triangulo

AED. tiene lo mismo; y la del triangulo ABD. $70\frac{17}{35}$ que es un $\frac{1}{2}$ con poca diferencia: sumense estas tres areas, y la suma $238\frac{17}{35}$ es el area de toda la figura. Y porque se puedo saber el area de estos Triangulos por otro camino que el que atràs dimos, serà bueno declararlo aquì para mas abundancia.

Sea exemplo en el triangulo ABC. cuya suma de los tres lados 21. 17. y 10. es 48. y su mitad 24. de la qual se ha de restar cada uno de los lados, y de 21. restaràn 3. de 17. 7. y de 10. 14. aora se ha de mutiplicar el mesmo 24. por una de las diferencias, y por tres que fue la primera, haràn 72. y este numero multiplicado por la segunda diferencia 7. importa 504. que multiplicados por la ultima diferencia 14. da el producto 7056. cuya Raiz quadrada es 84. area del triangulo propuesto, y la mesma que se hallo arriba. Y porque estas son las reglas suficientes para medir la superficie plana de qualquiera figura, nos contentaremos con lo dicho, passando à dar luz de la Stereometria.

PRO-

# DE LA STEREOMETRIA.

## *Que trata de medir la solidez de qualquier Cuerpo.*

CUerpo solido se dize à toda cosa corporea, que tiene longitud, latidud, y profundidad; cuyos terminos son superficies planas, ò convexas. Y medir la solidez de qualquier cuerpo no es otra cosa, que saber los pies, Verjas, Baras, &c. cubicos, que tiene lo maziço del tal cuerpo. Y aunque estos son infinitos, toda via con tres advertencias, se mediràn todos sin dificultad; la una es, que todo cuerpo colunar cuyas basas opuestas superior, y inferior sean iguales, y paralelas, y assi mesmo todo el cuerpo igual de arriba abaxo, se mide multiplicando el area de una de las basas iguales por toda su altura, ò largueza; otra que toda piramide se mide multiplicando el area de la basa por la tercia parte de la altura: y la otra que quando el cuerpo tuviere dos superficies opuestas paralelas, la una mayor que la otra, y que prolongando los lados no concurran en un punto, como las piramides, si no que se terminen en linea, se tomarà la media Arithmetica entre las dos superficies paralelas, y multiplicandola por la altura del cuerpo, darà el solido.

Y à vezes es necessario por no ser las superficies paralelas, multiplicar la superficie de la basa mas regular, por la media Arithmetica de las alturas mayor, y menor, tanto en cuerpo colunar, como piramidal, excepto la coluna triangular: como todo se declararà en los exemplos siguientes.

## Proposicion XLVII.

### *Medir el solido del cubo, ò Exaedro.*

EXaedro es uno de los cinco cuerpos que llaman regulares, el qual tiene la hechura de un dado, à quien propriamente dizen cubo, Ex. *el de la 9. Fig. Estampa 24.* que tiene 6. pies por cada lado, y le terminan seis superficies, ò caras quadradas, formando la figura de un dado, ò hablando vulgarmente, la de una Peaña: y para saber su solido, se buscarà el area del quadrado de su basa A D. multiplicando los 6. pies del lado A C. por los 6. de C D. y el producto 36. serà el area de la basa (ò de qualquiera de las 6. superficies, por ser iguales) multipliquese este numero por los 6. de la altura A B. respecto de ser este un cuerpo colunar, y el producto 216. son los pies cubicos, verjas, varas, &c. maciços que contiene de solido el dicho cuerpo: siendo cada uno la imagen de un dado, como lo es

toda

todo este cuerpo, y uno de ellos se muestra terminado en el angulo solido (formado de tres angulos planos, que no puede tener menos para ser angulo solido) O. del qual se muestran tres caras, y tres que estàn ocultas: y dado caso que todo el cuerpo fuese hueco, y se quisiese saber quanto trigo, vino, azeite, ò otro licor cabra en el, se cogerà el un cuerpecillo de un pie por lado, y se llenarà de trigo, y suponiendo que en el va un zelemin, diremos que en el tal Exaedro caben 216. zelemines, y assi de las demas medidas.

## PROPOSICION XVIII.

### *Del solido del Paralelipipedo.*

SEa el Paralelipipedo (lo mesmo que una coluna de quatro caras) *el de la Figura 10.* donde la basa B C. es un rectangulo, que el lado B E. tiene 6. pies, y E C. 4. y su altura B D. 10. Pues multipliquese el area de el rectangulo de la basa B C. que es 24. (lo mesmo tiene la superior D E.) por los 10. de la altura B D. y el producto 240. son los pies cubicos maciços, que à modo de dado, tiene este cuerpo.

Si se quisiere saber el area externa de esta coluna, yà hemos dicho que la de cada basa es 24. y porque cada una de las otras quatro

ca-

çaras es un rectangulo: como E D. y el lado B E. es de 6. y B D. de 10. serà el area de este rectangulo 60. y otro tanto tendrà el opuesto; aora el rectangulo E F. tiene en el lado E C. 4. que multiplicados por los 10. de C F. hazen 40. por el area de este rectangulo: y lo mesmo tendrà su opuesto, con que los quatro rectangulos hazen 200. y lo proprio seria multiplicando los 20. del ambito de la basa B C. por los 10. de la altura; añadanse à los 200. los 48. de la basa superior, y inferior, y la suma 248. serà el area superficial de todo el cuerpo: y con este aviso se mediran las demas superficies de los cuerpos, siendo planas, y observando la regla que para la figura, que formare, se diò en la Planimetria.

## Proposicion XLIX.

*Medir el solido de una Colona Pentagonal.*

SI fuesse una coluna como C H G F D. *Figura 11.* la qual tiene las basas opuestas Pentagonales y iguales, y cada lado de las basas, es de 6. pies; y la altura D E. de 12. se buscarà el area de la basa D C H. por la regla que se diò en la Planimetria, para medir las Figuras regulares, y se hallarà de 61½ (con muy poca diferencia) que multiplicados por los 12. de la altura

tura DE. hazen 738. por los pies cubicos de la solidez de la coluna Pentagonal.

## PROPOSICION L.

### *Medir otro Cuerpo Colunar.*

SEa la coluna AEFD. *Figura 12.* cuyas basas opuestas, y iguales son dos Trapezios Irregulares, y el lado EF. tiene 10. pies, y el lado GH. 4. y la altura AE. 12. busquese el area del Trapezio baxando las perpendiculares GI. HK. Y suponiendo que la basa EI. es de 2. pies, la KF. serà de 4. y qualquiera de las perpendiculares se hallarà de 3. y toda el area del Trapezio de 21. multipliquese este numero por la altura 12. y darà el producto 252. y tantos pies cubicos contendrà toda la coluna.

De otra manera se podrà saber el solido, que es, tomando la media Arithmetica entre los dos rectangulos opuestos AF. y BH. que la de este es 48. y la del otro 120. cuya mitad de la suma 84. multiplicados por 3. de la altura GI. hazen 252. que es lo mesmo que salio arriba.

Si se quisiere dividir este cuerpo en partes, y buscar cada una de por si: como en las tres colunas BE. BK. y KD. se multiplicarà el Area de cada basa por los 12. de la altura, y darà el solido de qualquiera: y siendo la del Triangulo re-

rectangulo GEI. 3. serà el solido de la coluna BE. 36. el Area del rectangulo GK. es 12. que por los 12. de altura, hazen 144. solido de la coluna BK. y el Area del Triangulo HKF. que es 6. multiplicados por los 12. hazen 72. por la solidez de la coluna KD. sumense estos tres solidos, y la total suma 252. serà el solido de todo el cuerpo, y lo mesmo que se hallo por las otras reglas.

## Proposicion LI.

### *Buscar el solido de un Celindrio.*

Celindrio se dize à una coluna redonda, como la *de la Fig. 13.* cuyas basas opuestas son dos circulos: donde suponiendo, que el diametro CD. tiene 7. pies, tendrà la circunferencia 22. y el Area del circulo $38\frac{1}{2}$ la qual se multiplicarà por la altura EF. y siendo esta de 15. darà el producto $577\frac{1}{2}$ que son los pies cubicos, que contiene esta coluna. Si se pretendiere saber su superficie externa orbicular ò convexa, no havrà que hazer otra cosa, que multiplicar la circunferencia 22. por los 15. de altura, y el producto 330. son los pies de Area de la superficie convexa ò redonda: *consta del corolario 1. de la 11. de las Electas de Archimedes.*

Pro-

## PROPOSICION LII.

### *Del Solido de la Esphera.*

LA Esphera ò Globo es un cuerpo redondo de sola una superficie, tiene un punto en lo intrinsico de su mediania, dicho centro, y quantas lineas salen del, y tocan fuera en la superficie, son iguales; y puedese llamar cuerpo espherico à qualquiera bola, ò bala redonda, &c. de que se sabrà su solido en este modo. Sea una Esphera como A D. *Fig. 14.* cuya circunferencia de su mayor circulo sea 44. pies, y por la proporcion de 7. con 22. se hallarà el diametro AB. de 14. el qual si se multiplica por la circunferencia, el producto 616. serà el Area convexa que encierra la redondez de la Esphera: *consta de la 24. de las Electas de Archimedes.* Para saber el solido, se multiplicaràn los 616. de la superficie, por la sexta parte del diametro que es $2\frac{1}{3}$ ò por la tercia parte del semidiametro, que es todo uno, y los $1437\frac{1}{3}$ del producto, son los pies cubicos del contenido solido de la Esphera: *consta de la 28. del dicho.*

## PROPOSICION LIII.

### *Medir el Solido del Espheroïde.*

EL Espheroïde, difiere de la Esphera, en no ser por todo perfectamente redondo, si no, un cuerpo oval. Exemplo *el de la Fig.* 15. donde el diametro mayor AB. tiene 10. pies $\frac{2}{3}$ y el menor CD. 6. elijase uno de los diametros, y sea el menor CD. que le supondremos ser diametro de una Esphera, de quien buscado el solido, por el aviso antecedente, se hallarà que es de $113\frac{1}{7}$. por cuya noticia se llegarà à conocer el solido del Espheroïde, diziendo; como 6. del diametro menor CD. es à $10\frac{2}{3}$ del mayor AB. assi el solido $113\frac{1}{7}$ de la Esphera descrita sobre el menor diametro CD. serà al solido del Espheroïde $201\frac{1}{7}$.

De [illegible]manera se sabrà el solido: y es, que sobre el diametro menor CD. se descrivirà un circulo, y hallada su Area de $28\frac{2}{7}$ se multiplicarà por $1\frac{7}{9}$ tercia parte del semidiametro mayor AE. y el producto $50\frac{2}{7}$ se multiplicarà por 4. y montarà $201\frac{1}{7}$ solido del Espheroïde; la razon de esto es, que dicho Espheroïde es quadruplo de una piramide conica ò redonda, que tiene un circulo por basa, cuyo diametro sea igual al menor CD. y por altura de la piramide, el mayor semidiametro AE.

La

La superficie externa del Espheroïde se hallarà, si sobre el diametro menor C.D. se descrive una Esphera, y buscado à esta, su superficie, digase: como el diametro de esta Esphera 6. es à $10\frac{2}{3}$ del diametro mayor AB. à quantos serà $113\frac{1}{7}$ superficie de la Esphera descrita sobre el menor diametro CD. y la regla concluida darà $201\frac{1}{7}$ por el Area del Espheroïde: que tambien se tendrà, si entre los dos diametros mayor y menor, se busca la media proporcional Geometrica, y sobre ella, como diametro, se descriviesse una Esphera, y se buscasse su superficie, la qual serà igual à la del Espheroïde.

Nota que por accidente buscando el solido de la Esphera descrita sobre el menor diametro CD. se hallò como hemos dicho de $113\frac{1}{7}$ que es la mesma cantidad, que se hallà para su superficie; y esto viene de que haviendo de multiplicar su superficie por la sexta parte del diametro: y siendo el sexto uno, no aumenta la multiplicacion; el mesmo accidente ha sucedido en el Espheroïde.

## PROPOSICION LIV.

*Medir el Solido de una Piramide.*

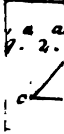
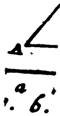
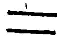
Piramide es un cuerpo, que yendo desde su basa disminuyendo proporcionalmente, vie-

nen

nen sus lados à concurrir, y fenescer en un punto: puede ser Triangular, Quadrangular, y Pentagonal, &c. segun fueren sus lados. Y daremos el exemplo de medirlas en la Quadrangular EKFG. *de la Figura 16.* cuya basa es un rectangulo, que el lado EF. tiene 8. pies, y FG. 6. y el lado de la Piramide EK. 13. busquese el valor de la altura ò perpendicular IK. lo que se harà descubriendo primero la cantidad del diametro, ò diagonal EG. que se hallarà de 10. y el semidiametro IG. serà de 5. de forma que aquì se tiene formado un Triangulo rectangulo, con qualquiera de los semidiametros, y un lado de la Piramide, y la altura: esto supuesto elegiremos el semidiametro IG. por basa, cuyo quadrado 25. restado de la diagonal KG. 169. restan 144. cuya raiz quadrada 12. son los pies de la perpendicular IK. Y porque este cuerpo es piramidal, se multiplicarà la tercia parte de la altura 12. por el Area del rectangulo EG. basa de la Piramide, que es 48. y el producto 192. seràn los pies cubicos que contiene la Piramide en su solidez: *consta de la 7. del 12.*

Si el cuerpo fuere Triangular ò Pentagonal; se procurarà conocer un semidiametro de su basa, para hallar la altura en el modo declarado: la razon de multiplicar la basa de una Piramide por la tercia parte de su altura, es porque toda Piramide contiene en su solido la tercia parte, que

una





una coluna, que tenga la mesma basa, y altura que la piramide.

## PROPOSICION LV.

### *Medir el solido de un Cono.*

Cono es una piramide redonda que tiene por basa un circulo: como ABC. (*de la Fig. 1. Estampa 25.*) cuyo diametro AB. del circulo de su basa sea de 14. pies, y el lado AC. ò BC. de 25. y este con el semidiametro DB. forman un triangulo rectangulo, cuya perpendicular es la altura DC. que por su regla se hallarà tener 24. cuya tercia parte 8. se multiplicarà por el area del circulo de la basa de la piramide, que buscada se tendrà de 154. y el producto 1232. seràn los pies cubicos, que tiene la solidez de este cuerpo: *consta de la 10. del 12.*

Si se propusiere, que se mida la superficie que tiene entorno esta piramide conica, se multiplicarà la mitad de la circunferencia del circulo de su basa, que teniendo toda 44. la mitad serà 22. por los 25. del lado BC. y la multiplicacion 550. serà el area que se pretende: *consta del Corolario de la 13. de las Electas de Archimedes.*

## PROPOSICION LVI.

### *Medir el solido del Tetaedro.*

TEtaedro es una piramide de quatro superficies, que cada una es un triangulo equilatero, sirviendo la una de basa, y las otras tres de terminar la piramide, y es uno de los cinco cuerpos regulares ( lo mesmo que cuerpo que se puede inscrivir en la Esphera : ) tal es el que se muestra *en la Fig. 1. Estampa 25.* como E F G H. donde cada lado es 6. pies, y por la regla de medir los triangulos equilateros, se hallarà la superficie del triangulo de la basa F E G. de $15\frac{3}{5}$ que se ha de multiplicar por la tercia parte de la altura, ò perpendicular de la piramide; y sabrase esta quadrando un lado, y del quadrado 36. tomar la $\frac{1}{3}$ parte, que es 12. y restarlos de los 36. y de la resta 24. se tomarà la raiz quadrada que es $4\frac{8}{9}$ cuya tercia parte $1\frac{17}{27}$ se multiplicarà por la dicha area, y darà al producto $25\frac{19}{45}$ por los pies cubicos del Tetaedro propuesto.

Si alguno dudare ò no concibiere la imagen de este cuerpo, descriva un triangulo equilatero, y sobre cada lado, otro triangulo, que seràn quatro, y cortados con unas tixeras, dexarà el de en medio por basa, y levantarà los otros tres hasta que se junten, y formen la piramide, y assi la concebirà.

PRO-

## PROPOSICION LVII.

### Del solido del Octaedro.

EL Octaedro es uno de los cinco cuerpos regulares, y dizese assi por terminarse con ocho triangulos equilateros: como ABCD. (*de la* 2. *Fig.*) que cada quatro forman una piramide quadrilatera, que tiene por basa un quadrado, por las quales se imagina unirse las piramides: y valiendonos de la una, y sea ABCDE. que supondremos tener por lado 6. pies, que quadrado uno, haràn 36. cuya mitad 18. serà el quadrado del semidiametro de la piramide, y assi restados de los mesmos 36. restan 18. cuya raiz quadrada $4\frac{1}{4}$ serà la altura ò perpendicular de la piramide, cuya tercia parte $1\frac{5}{12}$ multiplicada por el area de la basa, que es 36. darà 51. por el solido de la piramide, cuyo duplo 102. serà el solido de todo el Octaedro. Para concebir bien este cuerpo, hagase un quadrado que tenga 6. por lado, y sobre cada lado un triangulo equilatero, y cortada la figura, se tendrà una piramide que serà la mitad del Octaedro.

## PROPOSICION LVIII.

### Del Solido del Dodecaedro.

EL Dodecaedro es otro cuerpo de los cinco regulares, que se compone ò forma con doze superficies, ò caras Pentagonales: y porque en lo practico fuera dificil dar Regla para medirle, nos valdremos de la proporcion que tiene el lado de uno de los Pentagonos, con la Perpendicular que de su centro va à terminarse en el extremo de su Pyramide, de que todo el cuerpo tiene 12. y todas van à concurrir à un punto, que es el centro de la Esphera. Y eligiendo para la operacion, el Pentagono ABCDE *de la figur. 3.* que supongo ser una de las 12. caras del Dodecaedro, y que tiene por lado 12. pies: pues la proporcion que tiene el lado, con la altura de su Pyramide, es 6. con $6\frac{2}{3}$ y assi diremos: si 6. de lado dan $6\frac{2}{3}$ que daràn 12.? y hecha la Regla daràn $13\frac{1}{3}$ por la altura que del punto F. corre hasta el centro de la Esphera, y termino de la Pyramide: que se formarà tirando de todos los angulos del Pentagono, lineas à dicho centro. Hecho esto se buscarà el area del Pentagono, por la regla que para ello se ha dado en la planimetria, y se hallarà de $247.\frac{7}{10}$ que multiplicados por $4\frac{4}{9}$ tercia parte de

 la

la altura, producen 1100 $\frac{8}{9}$ que es el solido de una de las 12. Pyramides: y assi multiplicando este numero por 12. el producto 13210 $\frac{2}{3}$ seràn los pies cubicos de todo el Dodecaedro. Concebirase bien este cuerpo, si se descriviere un Pentagono regular, y sobre cada uno de sus lados, otro, que cortados, se tendràn seis Pentagonos, que componen la mitad del Dodecaedro; que con otra, se tendrà toda su imagen.

## PROPOSICION LX.

### *Del Solido del Icosaedro.*

EL quinto y ultimo cuerpo de los regulares, es el Icosaedro: y como el Dodecaedro tiene 12. superficies Pentagonales, el Icosaedro tiene 20. equilaterales, de quien mediremos su solido, por el orden passado: como por la proporcion que tiene el lado de un Triangulo, con la altura de su Piramide, de que todo el cuerpo tendrà 20. Y sea Exemplo el *de la Figura 4.* donde uno de los Triangulos sea A B C, y tenga 6. por lado; y para hallar la altura de su Piramide, se dirà: si 3943. de lado dan 2989 $\frac{1}{8}$ de altura, que daràn 6. y hecha la regla daràn 4 $\frac{1}{2}$ por la altura que del centro D. del Triangulo A B C. corre al de la esphera, y su tercia parte uno y medio multiplicada por 15 $\frac{3}{9}$ que

es el Area del dicho Triangulo, hazen 23⅗ contenido solido de una de las 20. Piramides, con que multiplicando este numero por 20. el producto 468. seràn los pies cubicos de todo el Icosaedro.

He dicho como estos cuerpos se llaman regulares, por poderse inscrivir y contar justamente en la esphera; y suelen usar de ellos en las obras magnificas, poniendolos por remate ò ornatos. Y assi mesmo acostumbràn labrar assi los diamantes, y otras piedras.

## PROPOSICION LX.

*Medir el Solido de una Piramide troncada.*

SI fuere una Piramide troncada ò cortada, como ABCD. *de la 5. Figura* de suerte, que la basa superior DE. sea paralela à la inferior AF. y que la una y la otra sean quadrilateras (ò que formen otra qualquier figura) y assi mesmo que el lado BF. tenga 6. pies, AB. 8. y el lado CE. de la basa superior 3. y DC. 4. y el lado AD. del tronco 6½ Para saber el solido de este cuerpo, se prolongaràn todos sus lados hasta que concurran en un punto, como G. dexando formada la piramide entera AGB. Esto concluido, para saber lo prolongado: que es el lado de la piramide DGC. se restarà el lado DC.

del

del lado A B. y restaràn 4. digase aora por regla de tres; como la resta 4. dan el valor del lado D C. 4. assi el lado del tronco A D. $6\frac{1}{2}$ darà el lado D G. que hecha la regla se hallarà de $6\frac{1}{2}$ de forma que el lado de toda la piramide A G. vendrà à tener 13. y con esta noticia vendremos en conocimiento de la altura H G. porque buscando por su regla A F. diametro del Rectangulo inferior, se hallarà de 10. y en tal caso, el semidiametro A H. tendrà 5. cuyo quadrado 25. restado del quadrado de A G. que es 169. restaràn 144. cuya raiz quadrada 12. serà el valor de la perpendicular ò altura H G. y multiplicando su tercia parte 4. por 48. area de la basa de la piramide, da el producto 192. por los pies cubicos de toda la piramide.

Aora se ha de buscar el solido de la piramide D G C. siguiendo la mesma regla, procurando saber el diametro D E. que se hallarà de 5. y el semidiametro D I. tendrà $2\frac{1}{2}$ cuyo quadrado $6\frac{1}{4}$ se restarà de $42\frac{1}{4}$ quadrado del lado D G. y de la resta 36. se sacarà la Raiz quadrada, que es 6. y valor de la perpendicular G I. cuya tercia parte 2. multiplicada por 12. area de la basa D E. produze 24. que son los pies cubicos de la piramide C G D. Restense los 24. de 192. que se hallò que era el solido de toda la piramide, y la resta 168. seràn los pies cubicos que tiene el solido del tronco C D A B.

Esto se puede saber sin tanto trabajo, y escusando de prolongar el tronco, en este modo; de uno de los angulos de la basa superior, como de C. se baxarà al semidiametro HB. la perpendicular CK. que serà igual y paralela à la altura del tronco IH. y para saber su valor, se restaràn los $2\frac{1}{2}$ del semidiametro CI. de los 5. del semidiametro BH. y la resta $2\frac{1}{2}$ serà el valor de BK. basa del triangulo rectangulo BKC. cuyo quadrado $6\frac{1}{4}$ se restarà de $42\frac{1}{4}$ quadrado de el lado BC. y de la resta 36. sacando la Raiz quadrada 6. serà el valor de CK. ò de su igual IH. Sabida la altura del tronco, se buscarà la media proporcional Geometrica entre la superficie de la basa superior 12. y la inferior 48. multiplicando una por otra, y sacando la Raiz quadrada del producto, que darà 24. y esta area de la media proporcional sumada con las dos extremas 12. y 48. sumaràn 84. que se multiplicaràn por 2. tercia parte de la altura IH. y vendrà al producto 168. por los pies cubicos del tronco ABCD. que es lo que se hallò por la otra regla.

## PROPOSICION LXI.

### *Medir un Cono Troncado.*

EL Cono Troncado se medirà observando las reglas antecedentes: y escusando la primera

mera, nos baldremos de la segunda, y por ella mediremos el tronco ABDC. *de la Figura 6.* donde el diametro de la basa inferior CD. tiene 14, el superior AB. 7. y el lado del tronco BD. $12\frac{1}{2}$ Pues baxese del termino B. la perpendicular BH. que serà igual y paralela à la altura del tronco GF. y restando los $3\frac{1}{2}$ del semidiametro GB. de los 7. del semidiametro FD. restaràn $3\frac{1}{2}$ para HD. basa del triangulo rectangulo BHD. y restando su quadrado $12\frac{1}{4}$ de $156\frac{1}{4}$ quadrado del lado BD. restan 144. del qual numero la Raiz es 12. y valor de la perpendicular BH. ò de su igual GF. Busquese aora el area del circulo superior, que es $38\frac{1}{2}$ y la del inferior que es 154. y multiplicando una por otra, y del producto tomando la raiz quadrada que es 77. y el area media proporcional entre las dos: se sumaràn todas tres, y la suma $269\frac{1}{2}$ se multiplicarà por 4. tercia parte de la altura GF. y darà al producto 1078. y tantos pies cubicos tendrà de solido el tronco.

Tambien se sabrà el solido, tomando la media proporcional Geometrica entre el quadrado del diametro superior AB. 49. y el del inferior CD. 196. que es 98. y los tres quadrados multiplicados por 4. tercia parte de la altura del tronco, daràn 372. Este numero multiplicado por 11. y el producto partido por 14. saldràn al cociente 1078. por el solido del tronco, como

ar-

arriba. La media proporcional entre los quadrados de los Diametros, se hallarà multiplicando simplemente un Diametro por otro, que el producto, serà la media proporcional entre sus quadrados. Si fuesse la intencion medir solamente el solido de una porcion del Cono troncado: como por exemplo la de A G E. C F I. se executarà la regla en el modo, que se ha enseñado, buscando la superficie del Sector superior A G E. y la del inferior C F I. y entre las dos, la media Geometrica: y multiplicada la suma de las tres, por la tercia parte de la altura F G. el producto serà el solido de la dicha porcion. Esta advertencia servirà para quando se aya de medir lo solido de la figura que forma el fosso delante del angulo flanqueado.

Queriendo saber el Area, que en su redondez tiene todo el cono; se tomarà la media Arithmetica entre la circunferencia superior y inferior, que es 33. y esta multiplicada por el lado del tronco $12\frac{1}{2}$ montan $412\frac{1}{2}$ por los pies quadrados superficiales, que tiene el tronco en su redondez.

## PROPOSICION LXII.

### *Medir el Solido de un Sector de Esphera.*

SEctor de Esphera es una Piramide redonda, cuya basa es una superficie convexa, y una por-

porcion, de la de una Esphera. Exemplo el Sector A B C D. *de la Figura 7.* que se supone haver salido de la Esphera E. cuyo semidiametro sea D C. ò D A. que cada uno tiene 12. pies, y medio, y la cuerda A C. 24. y para medir el solido se necessita de la Area de la baza A B C. y porque es convexa no se puede hallar por ninguna de las reglas dadas hasta aqui, mas se harà por la siguiente.

Imaginese, que por lo intrinsico, y mediania de la porcion de esphera A B C. se tira la recta A B. que serà diagonal del triangulo rectangulo A F B. y porque el triangulo A C D. es Isoceles, y sus tres lados conocidos, lo serà tambien su perpendicular D F. que por su regla se hallarà de $3\frac{1}{2}$ que restados de todo el semidiametro D B. (que como los otros tiene $12\frac{1}{2}$) restaràn 9. para la saeta F B. cuyo quadrado 81. sumado con 144. quadrado de A F: suman 225. y la Raiz quadrada de este numero que es 15. serà el valor de la recta A B. la qual es semidiametro de un circulo cuya Area, es igual à la de la basa A B C. *consta de la 25. de las Electas de Archimedes* (cuya figura es la mesma que la que se representa *en la Figura 8.* como C B E.) que se hallarà de $707\frac{1}{7}$ multipliquese este numero (como en las demas piramides) por $4\frac{1}{6}$ tercia parte de su altura D B. y el producto $2946\frac{1}{7}$ seràn los pies cubicos que contiene el sector en su solidez *consta de la 29. del dicho.*

PRO-

## PROPOSICION LXIII.

### *Hallar el solido de una porcion de Esphera.*

SEa la porcion CBE. *de la Fig. 8.* de quien se quiere saber el solido: para lo qual se procurarà conocer el valor de la saëta GB. lo que se harà con un compas de puntas curbas, ò por otro de los muchos caminos, que para ello ay; y suponiendo que se hallo de 9. pies, y que la cuerda C E. tiene 24. se quadrarà la mitad de esta, y su quadrado 144. partido por los 9. de la saëta, darà al cociente 16. à quien añadida la mesma saëta, haràn 25. cuya mitad 12½ serà el semidiametro, que pertenece à la Esphera, de donde viene la porcion CBE.

Entendido esto, se tomarà por basa la cuerda C E. y con la cantidad del semidiametro, de los terminos C. E. se harà una intersecacion, para descrivir un triangulo Isoceles, y formar un sector de esphera: como se representa *en la figur. 7.* dondo suponiendo, que el Triangulo que se descrivio, fue A D C. *de dicha figur.* se medirà todo el sector A B C D, en la forma que se hà enseñado, y demos que es el mesmo que se hallò antes de 2946 ⅔

Luego se buscarà el valor del cono A D C. *de la fig. 8.* cuy o diametro del circulo de su basa serà A C. de 24. pies, y el Area de este circulo

culo $452\frac{4}{7}$ que multiplicada por la tercia parte de la altura del cono, que se hallò ò se hallarà de $3\frac{1}{2}$ toda la altura, cuya tercia parte es $1\frac{1}{6}$ y darà al producto 528. y este es el solido del Cono, que restado de los $2946\frac{3}{7}$ que hemos dicho tener todo el sector, restaran $2418\frac{3}{7}$ solido de la porcion propuesta C B E.

## Proposicion LXIV.

*Medir lo gruesso de un brocal de un pozo.*

SEa el brocal H I K L. *de la figur. 8.* donde el espessor N M. es de 2. pies, y la altura M P. de 6. y assi el area del rectangulo N P. serà de 12. Y dado que el lado L K. es de 8. pies, y toda la figura por la parte superior quadrada, tendrà todo su ambito 32. y el ambito del quadrado Q O. 16. que tomada la media Arithmetica entre estos dos ambitos, que es 24. y multiplicada por los 12. de area del rectangulo N P. darà al producto 288. y tantos pies cubicos tiene de solido el dicho brocal. Y lo mesmo saldrà si todo el cuerpo se mide como una Coluna, y de su solido, se resta la Coluna que forma el hueco, que la resta serà el solido del brocal.

## PROPOSICION LXV.

### *Medir una Coluna irregular.*

SI se pretendiere medir la Coluna A B C D E. *de la figur 9.* cuya basa A C. es un quadrado que tiene porlado 4. pies, la menor altura A F. 10. y la major C E. 15. se tomarà la media Arithmetica entre estas dos alturas, que es 12 $\frac{1}{2}$ y esta multiplicada por el area del quadrado A C. que es 16. darà el producto 200. por los pies cubicos que tiene de solido la Coluna. De otro modo se puede saber el solido de este cuerpo, tomando la media Arithmetica entre el area de los rectangulos A G. que es 40. y C D. que es 60. y su media Arithmetica 50. que se multiplicarà por la altura C B. que es 4. y el producto 200. es el solido referido.

## PROPOSICION LXVI.

### *Medir el solido de un Prisma regular.*

PRisma es un cuerpo, que tiene un angulo solido opuesto à un paralelogramo. Exemplo en la Coluna triangular H I K. *de la figur. 9.* cuya basa H L K. es un triangulo rectangulo, que tiene en la basa H K. 8. pies, en la perpendi-

dicular H L. 6. y en la diagonal L K. 10. y toda la altura K M. 16. que multiplicados por el area de la basa H K L. 24. producen 384. por los pies cubicos de la coluna.

Si fuesse un cuerpo semejante, que no fuesse regular, causaria confusion al medirlo, al que no estubiesse advertido de lo que deve hazer: y en esta consideracion digo, que suponiendo, que la dicha coluna se cortò obliquamente, como del termino N. al termino Q. de forma, que la N K. sea de 8. pies, y la L Q. de 10. se cortaràn los Prismas regulares O K. y Q M. y quedaràn las piramides Q O N. N Q P. esta tiene por basa el triangulo rectangulo N Q P. que la basa N P. es de 2. pies, y la perpendicular P Q. de 8. y assi serà su area 8. que se multiplicaràn por 2. tercia parte de su altura, que es 6. (y igual à la perpendicular H L.) darà el producto 16. solido de la piramide. La otra Q O N. tiene por basa un rectangulo, que el menor lado O Q. es 2. y el mayor 6. que es igual à la perpendicular H L. y assi su area serà 12. que se han de multiplicar por $2\frac{2}{3}$ tercia parte de la altura O N. y el producto 32. serà el solido de esta piramide: que para prueva se sumarà con el de la otra, y con el Prisma K O. que tiene de solido 192. y con el Prisma P I. que tiene 144. y la total suma 384. serà el solido de todo el Prisma, y lo mesmo que se hallò arriba.

PRO-

## Proposicion LXVII.

### *Medir una porcion de un Arco de un Edificio.*

SI fuesse una porcion de un Arco de un Edificio, como AB. *Fig. 10.* que su mayor circunferencia AB. tenga 22. pies, y la menor DE. $14\frac{2}{3}$ y las lineas que las cierran AD. EB. $3\frac{1}{2}$ cada una; que es la distancia que ay de circunferencia à circunferencia, y la altura EC. 7. y que assi mesmo la superficie superior AE. sea igual y paralela à la inferior FC. se tomarà la media Arithmetica entre la mayor circunferencia AB. y la menor DE. que es $18\frac{1}{3}$ y se multiplicarà por la longitud EB. y el producto $64\frac{1}{6}$ serà el area del quadrilatero AE. que multiplicada por la altura EC. producen $449\frac{1}{6}$ por la solidez de todo el Arco.

Si este Arco fuesse de calidad, que formasse una tajada ò pedaço de un cono troncado, se medirà por la regla que para este hemos dado; como buscar la superficie superior, y inferior, y estas sumadas con su media Geometrica, se multiplicarà la suma por la tercia parte de su altura, y se tendrà el solido.

Mas si el tal Arco tuviere, como la porcion de un cono troncado, diversas las superficies su-

ſuperior, y inferior: y que no ſea propriamente porcion de un tronco, ſi no que la una altura, yà ſea de la parte concava, yà de la convexa caiga perpendicular, ſe tomarà la media Arithmetica entre la ſuperficie ſuperior y inferior, y eſta multiplicada por la altura, darà el ſolido. Y de eſte modo ſe uſarà para hallar lo ſolido de mis flancos curbos, y orejones, quando ſe terminare que la parte interior de la muralla caiga perpendicular, ò con declivio azia la Plaça.

## Proposicion LXVIII.

*Medir el ſolido de una Cuba, Pipa, ò Tonel.*

Quando ſe ofreſca medir una de eſtas vaſijas ſe ha de notar la forma de ſu cuerpo, como ſi tiene, ò no Curvitud, para no incurrir en engaño, lo que ſe harà valiendoſe de eſta advertencia.

Siendo el cuerpo el de una pipa como ABCD, *figur. 11.* que de ordinario no tienen caſi ninguna curvitud, y la poca que tienen, es por la mediania E F. ſe imaginarà que dividida la pipa en dos partes iguales por el diametro E F. formarà dos conos troncados. Y ſiendo uno A B E F. que el diametro menor A B. tenga 4. pies, y el maior E F. 9. y la altura C H. 6. ſe buſcarà el

solido deste cono por la regla que para ello se diò en su lugar, y se hallarà de 209. cuyo duplo 418. seràn los pies cubicos que contiene toda la pipa.

Pero si fuesse una Cubà, o Tonel, que en su longitud vaia haziendo curvitud: como el Tonel B C D E. *de la Figur. 12.* el qual supongo que el menor diametro B C. sea de 4. pies, y el mayor F G. de 9. y toda la longitud H L. de 12. digo que dividiendo como antes el Tonel pòr mitad por el diametro F G. y buscada el area de aquel circulo que es 63 $\frac{9}{14}$ y la del circulo B C. que es 12 $\frac{4}{7}$ se tomarà entre estas dos superficies, su media Aritmetica, 38 $\frac{1}{28}$ y esta multiplicada por los 6. de la altura H K. darà el producto 228 $\frac{9}{14}$ cuyo duplo 457 $\frac{2}{7}$ seràn los pies cubicos que contiene el solido del Tonel: que es mayor cantidad que la que se hallò para la pipa *de la figur. 11.* y esto viene de la curvitud del Tonel. Del qual se sabrà las cantaras que contiene de qualquier licor, si se llenasse un pie cubico del: y llevando en la suposicion dos azumbres cada pie, y siendo cada 8. azumbres una arrova, cabràn en el Tonel 114. arrovas y $\frac{9}{28}$ avos que serà el quebrado 2. azumbres y 3. quartillos, con poca diferencia.

Pro-

# PROPOSICION LXIX.

## *Aumentar ò disminuir un cuerpo de alguna parte.*

SI se quisiere doblar un cubo, tres doblar, ò quatro doblar &c. ò bien disminuirle de la mitad, tercio, quarto, ò quinto &c. se observarà la siguiente regla. Supongase que la linea A. *Figur. 1. Estampa 26.* es el diametro de una Esphera, ò el lado de un cubo, y que se quiere otro cubo ò Esphera, cuyo solido sea duplo: pidese el diametro que tendrà la tal Esphera, ò el lado que tendrà el tal cubo; y porque se habla de duplo, se tomarà la linea C. doble de la dada A. (y si se hablare de triplo, se tomarà tripla; y si de quadruplo, quadrupla &c.) y de las dos lineas A. C. se formarà el Rectangulo B G. para buscar entre ellas, como extremas de quatro proporcionales, las dos medias E F. H I. (guardando en esto la regla, y observaciones que al fin del uso del Compas se enseñò, para tirar la diagonal I G F.) siendo la E F. diametro de una Esphera, cuyo solido serà doble del que fuera la Esphera que tuviere la dada A. por diametro. Y si la dicha linea A. fuesse lado de un cubo, digo que E F. serà lado de otro que contenga doble solido: y es de advertir que en la

F 2 tal

tal linea E F. se hallan tres cosas : una el segundo termino de quatro proporcionales, dadas las dos extremas : otra el diametro de una esphera, ò lado de un cubo, ò de otro cuerpo que se aya de aumentar, ò disminuir en alguna propocion: la tercera y ultima es la Raiz cubica por lineas entre A. y C. Y para mas claridad digo, que se suponga que ay un paralelipipedo, ò coluna de quatro caras, que tenga por basa un quadrado, cuyo lado sea B H. igual de A. y su altura ò larguez, igual de B E. que lo es de C. pues digo, que la referida linea E F. serà la raiz cubica entre las dichas dos lineas, y lado de un cubo, cuyo solido sea igual al de la Coluna propuesta.

Nota que si como se ha querido aumentar, fuera disminuir, se hiziera la linea C. queriendo disminuir el cubo la mitad, de la mitad de A. y si el tercio, de su tercia parte &c. que siempre la linea E F. serà el lado que se busca, haziendo el rectangulo de la mesma manera, como es que la dada sea en el lugar de B H.

Nota mas que si fuesse dado un paralelipipedo, ò otro cuerpo que no sea cubo ni esphera, sino por exemplo una colona, y que esta se quiera aumentar, ò disminuir alguna parte, que en tal caso se harà con cada uno de sus lados desiguales, lo mesmo que se ha propuesto hazer con la linea A. como con la altura, y la anchu-

ra ò largueza de los lados de la basa: y assi de de las piramides y demas cuerpos, y en cada operacion, vendrà el lado semejante à aquel que se huviere tomado.

Los antiguos Delios viendòse afligidos de una horrible pestilencia, ofrecieron à su Dios Apolo, doblarle el Ara, porque se apaciguasse el contagio, y no lo supieron hazer: y hasta hoy se ignora el modo, si no es tirando à tientas la diagonal I G F. como dixe hablando desto en el uso del Compas, y el Mathematico que lo hallare scientificamente, serà digno de aplauso.

## PROPOSICION LXX.

*Medir el solido de las Murallas, Fossos, y Esplanada.*

DE poco sirviera haver puesto aqui tantas Reglas para medir lo plano y solido de qualquier Figura, si no fuera para emplearlo, y instruir enteramente al Architecto militar en todo lo que perteneze à este Arte. Y siendo preciso al que lo ha de professar medir lo solido de las Murallas, Fossos y Esplanadas, y demas cuerpos, quise acavar de medirlos con el Perfil que adelante dirè: lo que harè despues que dè luz de construir la figura, paraque con la que yà tuviere, juntamente con los advertimientos que daremos, mida el perfil.

Sea propuesto à saber el solido de un Pentagono regular, que tenga las medidas que iremos diziendo: y sea su Poligon de 800. pies, y de la mitad se harà la linea A B. *de la Fig. 2. Estampa 26.* y dando à la mediagola A C. 160. pies, y al flanco C D, 133 $\frac{1}{3}$: todo lo qual se irà haziendo por la escala decimal P. que toda ella la supongo de 100. pies, y en ella se puede tomar hasta un pie, y hasta una pulgada (como expliquè en la primera Estampa de la Fortificacion, hablando de las medidas de los pies, y aunque aqui està poco distinta, por no permitir mas el papel, el curioso la harà mayor quando huviere de operar.) Tomese aora la grandeza de la cara del Balvarte que es 333 $\frac{19}{20}$ y desde el termino D. se harà un Arco azia E. y con la grandeza de la Capital 275 $\frac{1}{10}$ desde A. se harà una interseccion en E. tirese la cara D E. y la capital A E. prolongandola à discrecion, y se tendrà formado la mitad de un lado del Pentagono; como un medio Balvarte, y una media Cortina.

Si la fortificacion ha de ser de tierra, despues de levantada en el termino B. la perpendicular B F. que tanto azia esta parte, como azia la campaña, se prolongue à discrecion, y queriendo que la muralla tenga 20. pies de alto, se marcaràn 10. para el declivio exteriordela muralla, y mas 2. que ha de llevar el declivio exterior del pa-

ra-

rapeto, que son 12. desde B. à G. mas se marcaràn de G. à H. 22. para el gruesso del Parapeto; de H. à I. 4. uno para el declivio interior del parapeto, y 3. para el ancho de la banqueta; de I. à K. se daràn 36. (ò 40.) para el terraplen de la muralla: y ultimamente de K. à F. 20. para el declivio interior, que de ordinario, se le da lo mesmo que de altura à la muralla, como al exterior la mitad: y en esta forma vendrà à tener toda la basa orizontal BF. 94. pies, que es el orden que se ha de tener para qualquier designio.

Hecho esto se levantaràn en todos los terminos que hemos dado, perpendiculares de 20. pies altura de la muralla propuesta: como K L. I M. &c. y dese la linea F L. que muestra el Escarpe, ò declivio interior, y L M. que es el terraplen, ò plano de la muralla por donde se marcha; prolonguese I M. de un pie, (ò pie y medio) para la altura de la banqueta, y de su extremo se tirarà la H O. prolongada, y se tendrà la anchura de la banqueta M O. junto con un pie de declivio para el parapeto: tomese 5. pies para la altura del parapeto O N. y haziendo que la banqueta quede de 3. pies, como hê dicho, se harà caer de el punto N. sobre el pie que se tomò para el declivio del parapeto, una linea que terminarà su declivio interior; prolonguese G hasta P. de forma que P Z. sea

de 4. pies, y tirese la linea NP. que terminarà por la parte superior el parapeto, y là PB. que representa la cara de la muralla, que cae en declivio, ò Escarpa.

Aora de todos estos puntos, se tiraràn paralelas à toda la BE. que vayan à morrir à la capital: como representa la figura, y se veeran las alturas, y anchuras de la muralla, banqueta, y parapeto.

Para marcar el fosso, se tomaràn desde B. à Q. 4. pies, ò 3. para el bordo, y de Q. se tirarà otra paralela que se termine en S. para de este termino descrivir el Arco de el fosso TV. con la abertura de 115. pies. Para la anchura de el fosso por frente de la Cortina, se tomaràn de Q à R. 194 $\frac{41}{155}$ que es casi $\frac{1}{5}$ (ò lo que en otra figura se hallarè contener) y dèse la tangente VR. que terminarà la anchura de el fosso. Para marcar la Escarpa, y Contraescarpa, se tomaràn desde Q à X. 20. pies, y de el termino X: se baxarà la perpendicular Xa. de otros 20. y tirando la Qa. se tendrà en ella la Escarpa de el fosso, y se tirarà la paralela ab. y de el punto a. la ac. paralela à la orizontal interminada. Y para acavar de cerrar la Contraescarpa, se harà desde S. otro Arco con la abertura de 95. pies, 20. menos que el antecedente: y à el, tirar la tangente de. paralela à RV. hasta que corte la orizontal en e. aquien se levantarà de este pun-

punto una perpendicular de 20. pies, como oc. Y dèse la R c. que terminarà la Contraescarpa, y c a. serà la anchura de el fosso por la parte inferior: notando que aunque aqui damos à la Escarpa, y contraescarpa, tanto declivio como es la altura del fosso, no se hà de dar quando la tierra fuere buena mas que la mitad (como dixè de la muralla por la parte exterior) yendo aumentando hasta darle tanto declivio como fuere su altura, segun la poca ley del terreno.

Para la Estrada encubierta, se tirarà una paralela à la Contraescarpa à la distancia de 30. pies fg. y marcando despues la banqueta, y altura del parapeto de las medidas que hemos dicho; se marcaràn 80. pies para la esplanada, tirando à esta distancia, una paralela à la linea del parapeto, que tambien hà de correr hasta la capital, y orizontal: como h i. y dèse la 8i h. que acavarà de terminar el perfil; que no es otra cosa, que la seccion, ò cortadura que (si fuera dable) hiziera un hombre cortando de un golpe de adentro de la villa por lo alto, todo el gruesso de la muralla, comprendiendo fosso, y esplanada, dexando en dicha cortadura, aparentes las anchuras, declivios, y alturas de todas las partes de la fortificacion: tal es el triangulo & x h. y el trapezio B Z L P. y mas la altura del parapeto y banqueta.

Construyda la figura, y tiradas todas las li-

neas

neas paralelas al disignio, y las de mas del fosso, y estrada encubierta como se hà dicho, se procuraràn medir por Trigonometria, ò Geometria ( cuyo tratado està adelante ) y es mas facil valiendose de la escala decimal, propuesta, ( respecto poderse tomar en ella, hasta una pulgada ) y de una manera, ò de otra se hallarà qua cada una tiene lo siguiente.

### *Longitud de las lineas del Cuerpo de la Muralla.*

TOda la linea del designio B E. tiene 707 pies, y $\frac{17}{60}$ en la media Cortina 240. en el flanco 133 $\frac{1}{3}$ y en la cara 333 $\frac{19}{20}$

La linea G. 3. tiene 698 $\frac{17}{60}$ en la media cortina 252. en el flanco 136 $\frac{1}{3}$ y en la cara 309 $\frac{19}{20}$

La linea H 2. tiene 681 $\frac{47}{60}$ en la media cortina 274. en el flanco 141 $\frac{5}{6}$ y en la cara 265 $\frac{19}{20}$

La linea que sigue y termina el declivio interior del parapeto, tiene 681 $\frac{1}{10}$ en la media cortina 275. en el flanco 142 $\frac{1}{12}$ y en la cara 263 $\frac{19}{20}$

La linea I 4. tiene 678 $\frac{47}{60}$ en la media cortina 278. en el flanco 142 $\frac{5}{6}$ y en la cara 257 $\frac{19}{20}$

La linea K 1. tiene 651 $\frac{47}{60}$ en la media cortina 314. en el flanco 151 $\frac{5}{6}$ y en la cara 185 $\frac{19}{20}$

La linea F m. tiene 636 $\frac{47}{60}$ en la media cortina 334. en el flanco 156 $\frac{5}{6}$ y en la cara 145 $\frac{19}{20}$

La

La linea r t. tiene $248\frac{1}{2}$ La n o. $115\frac{7}{10}$ La t l. $31\frac{22}{25}$.

## *Longitud de las Lineas del Fosso.*

LA Linea del bordo, ò Berma Q S. tiene $710\frac{17}{60}$ en la media cortina 236. en el flanco $132\frac{1}{3}$ y en la cara $341\frac{19}{20}$.

La Linea X W. que termina la escarpa en el plano del fosso hasta el sector tiene $700\frac{29}{60}$ en la media cortina 216. en el flanco $127\frac{1}{3}$ y en la cara $357\frac{1}{8}$ La parte b W. $24\frac{4}{5}$ La linea e d. que es la que termina la contraescarpa en el plano del fosso tiene $559\frac{7}{25}$ La Linea R V. tiene 554. La Linea S. 5. tiene $330\frac{1}{5}$ La linea V. 5. $309\frac{1}{2}$ La 8. 5. $256\frac{42}{80}$ y la linea 9. 7. $123\frac{3}{10}$.

## *De las lineas de la Estrada encubierta.*

LA linea f g. tiene $723\frac{1}{4}$ La linea que sigue y termina el declivio del parapeto tiene $726\frac{1}{10}$ La linea x 6. tiene 727. La linea i h. $803\frac{17}{20}$ y el angulo del sector T S V. es de 50. grados y 42. m. Estando assi declaradas las longitudes de todas las lineas, que sirven para el calculo del Perfil, no tendrà que hazer el curioso otra cosa que acudir à este Catalago, quando se hablarè de medir la superficie y solido de qualquier cuerpo, donde hallarà el valor de cada linea,

nea, y advierto esto para que entonces no sea necessario repetir el valor de dichas lineas.

## Medir el solido de las Murallas.

LLegando à medir lo solido de las Murallas, y empeçando por la parte interior, con el Prisma F K r m. digo que multiplicando la superficie de la seccion que forma el triangulo rectangulo F K L. que es 200. por toda la linea K r. que es $651\frac{47}{60}$. dà al producto $130356\frac{2}{3}$ de quien restando el solido de una Piramide, cuya basa es un triangulo Rectangulo, y los lados que forman el Angulo recto, tienen el uno 15. diferencia que ay de toda la linea K r. à la linea F m. y el otro 20. que es la anchura del mesmo declivio interior: y assi serà su superficie 150. que multiplicados por la tercia parte de 20. altura de la muralla, hazen 1000. por el solido de dicha Piramide, que restados del numero dicho $130356\frac{2}{3}$ restan $129356\frac{2}{3}$. solido del dicho Prisma F K r m.

Nota que estos Prismas que forman los declivios se miden todos, multiplicando las superficies de sus secciones, por la longitud de la linea superior, ò de arriba; con la advertencia que si la tal linea es mayor que la de abajo, se le resta al producto una Piramide semejante à la referida arriba: como lo es aquella que tenien-

do

do un triangulo Rectangulo por basa, sean los lados que forman el Angulo recto, el uno de la diferencia de la linea superior, à la inferior, y el otro de la anchura del declivio, siendo su altura, la que tubiere el tal Prisma de que se hiziere mencion. Pero quando la linea superior fuere menor que la Inferior, en tal caso en lugar de restar la Piramide se ha de sumar, y la suma, ò la resta serà el solido del Prisma. Y con esta advertencia digo que diziendo en adelante sumese, ò restese la Piramide de su Prisma, que se entienda una Piramide del genero dicho, sin que sea menester referir el como se ha de buscar la dicha Piramide.

El Prisma del declivio exterior B G E 3. tiene en el triangulo de su seccion G P B. 144. que multiplicados por la longitud de la linea G 3. dà al producto 100552 $\frac{4}{5}$ à quien añadidos 432. de su Piramide, hazen 100984 $\frac{4}{5}$ solidos del Prisma propuesto.

El solido de todo el gruesso de la muralla K G 3 r. se sabrà multiplicando 1240. que tiene la superficie del rectangulo G L. por la media Arithmetica entre las lineas G 3. y K r. y el producto 837041 $\frac{1}{5}$ es el solido del dicho gruesso de la muralla.

De la mesma manera se sabrà el contenido de la banqueta, juntamente con lo que coje el assiento del declivio interior del parapeto, que to-

todo es el rectangulo M z. multiplicando los 4. de su superficie, por la media Arithmetica entre las lineas H 2. y I 4. y el producto 2721 $\frac{2}{15}$ serà el solido que forma este cuerpo.

Lo que comprende el declivio interior del parapeto, se tendrà multiplicando 2 $\frac{1}{2}$ que tiene de superficie la seccion de su triangulo, por la linea H 2. que darà al producto 1704 $\frac{11}{24}$ de quien quitado su Piramide $\frac{5}{8}$ quedan 1703 $\frac{5}{6}$ por el solido pretendido.

De el prisma que forma el declivio superior del parapeto P N 2 3. se sabrà su solido, multiplicando los 22. que tiene de superficie el triangulo rectangulo de su seccion N P z. por la linea H 2. y añadiendo al producto 14999 $\frac{7}{10}$ los 121. que se hallarà tener su Piramide, la suma 15120 $\frac{7}{10}$ serà el solido del dicho prisma.

Lo que resta de medir del Parapeto, es lo que haze el rectangulo P Q. y se sabrà el contenido de su cuerpo, multiplicando 88. que tiene de superficie el dicho rectangulo, por la media Arithmetica entre las lineas G 3. y H 2. y el producto 60722 $\frac{14}{15}$ serà el solido que se busca.

Sumense aora todos estos solidos que se han hallado, y la suma 114765 0 $\frac{14}{15}$ serà el solido de la media cortina, y medio Balvarte vacio; Pero haviendo de ser terraplenados los Balvartes (que son los que tengo por mejores) serà necess-

ceſſario buſcar el ſolido del terraplen del medio Balvarte, que ſe harà en el modo ſiguiente.

## *Del ſolido del Terraplen del medio Balvarte.*

BUſqueſe la ſuperficie del quadrilatero t l n r. diviendolo en los dos triangulos t l n. y t n r. (y ya ſe dixo quando ſe hablò de la longitud de las lineas, el valor de todas eſtas) y ſe hallarà la ſuperficie de dicho quadrilatero, ſer 16795$\frac{560}{800}$ que multiplicados por 20. de la altura de la muralla, producen 335910$\frac{22}{40}$ por el ſolido del terraplen del medio Balvarte: pero reſpecto de haverſe ya incluydo el Priſma r n m una vez, ſe havrà de reſtar de dicho terraplen. Y ſabràſe ſu ſolido, multiplicando el Area del triangulo rectangulo L F K. por la linea h r l, y reſtando del producto ſu Piramide que es 3666$\frac{4}{5}$ la reſta 63890. ſerà el valor de el Priſma, que quitados de lo que ſe hallò para el terraplen del medio Balvarte, quedan 272028$\frac{22}{34}$ por el juſto ſolido del medio Balvarte terraplenado, que ſumado con los 1147650$\frac{14}{15}$ de la mitad de la cortina y medio Balvarte vacio, hazen 1419679$\frac{2}{15}$ ſolido de la media cortina, y medio Balvarte terraplnado.

## Del solido de la Esplanada, con su Banqueta.

SAbràse el solido de la banqueta juntamente con lo que haze el assiento del declivio interior del Parapeto, que todo es un rectangulo de [illegible] pies de superficie (como se dixò en la de la Plaça) multiplicando estos por la media Arithmetica entre las lineas f g. x 6. y el producto 1900 $\frac{1}{12}$ serà el solido de la banqueta.

El del declivio interior del parapeto se tendrà multiplicando 2 $\frac{1}{2}$ de la superficie de su seccion por la linea k. 6. y restando del producto su Piramide, que le resta 1806 $\frac{1}{4}$ serà el solido del dicho declivio.

Para la Esplanada se ha de multiplicar el Area del triangulo rectangulo x & h. que es 240. por la linea [illegible] el producto 174480. añadir su Piramide 6148. y la suma 180628. serà el solido de la Esplanada, que sumado con el del declivio interior y su banqueta, hazen 185345 $\frac{1}{4}$ los quales sumados con el solido de la media cortina y medio baluarte terraplenado, la suma 1605049 $\frac{13}{20}$ es el solido de todo lo que hasta aora se ha trabajado sobre el orizonte.

Cal-

## Calculo del Fosso.

FRente de la cara del Balvarte se forma un quadrilatero: como V S 9 5. cuya Area se tendrà (sabiendo que V S 5. es un triangulo rectangulo; y el S 9 5. un acutangulo escaleno, cuyas lineas se declararon en su lugar) de 38153 $\frac{2}{25}$. El Area del trapezio delante la cortina 5. 8 Q R. se sabrà multiplicando la media Arithmetica entre las lineas 8. 5 Q R. por el valor de la linea 8 Q. cuyo producto es 53153 $\frac{123}{150}$ que sumado con el del quadrilatero antecedente, suman 91306 $\frac{29}{30}$ que multiplicados por 20. profundor del fosso, producen 1826139 $\frac{1}{3}$ numero de que se hà de restar el solido de los Prismas de la Escarpa y contraescarpa. El solido del Prisma de la escarpa S W X Q. se sabe multiplicando el area del triangulo rectangulo Q X a. por la linea Q S. y añadiendo al producto 142056 $\frac{2}{3}$ su piramide 653 $\frac{1}{3}$ cuya suma serà 141403 $\frac{1}{3}$ por el solido de todo el Prisma.

Para el solido de la Contraescarpa se multiplicarà el triangulo de su seccion R c. por la linea R V. y añadir al producto 110800. su piramide 352. y en la suma 111152. se tendrà el solido de la Contraescarpa, que junto con el de la Escarpa Q X W S. hazen 252555 $\frac{1}{3}$ numero que se hà de restar del solido de los dos qua-

drilateros que dexamos arriba, y la resta 1573584. es el solido del fosso, excepto lo que comprende el Sector, y el de este se sabrà assi.

Enseñose en la Geometria el modo de hallar el solido de un cono troncado: y porque bien considerado el cuerpo que forma el fosso, frente del Angulo flanqueado, viene à ser la porcion de un cono troncado, con la menos basa azia abaxo, nos valdremos de la regla de este para saber su contenido.

Busquese la superficie del Sector superior T V S. que en su lugar diximos ser su angulo 50. gr. y 42. m. y se hallarà de 9053 [illegible] assi mesmo la del inferior d J S. que es 9094 [illegible] y la media Geometrica entre estos dos 4895 [illegible] que multiplicada la suma de las tres por la tercia parte de la altura a b. producen 97802 [illegible] de quien quitado el solido de la piramide S W b. que se sabrà multiplicando los 24 [illegible] de la W S. por 10. mitad del declivio, y el producto que es 248. por la tercia parte de la altura 20. y produciràn [illegible] por el solido de la dicha piramide, restan 96039 [illegible] Sumese este numero con el solido de los dos quadrilateros mencionados arriba, y en la suma 1669823 [illegible] se tendrà el verdadero solido de el fosso.

Restese de este numero el contenido de la media cortina, y medio Baluarte terraplenado, Esplanada con su banqueta y declivios, y resta-

rán

ràn 64798. con poca differencia, que serviràn para el pendiente, ò subida que se ha de hazer al Balvarte, por dentro de la Plaça, y para las cortaduras que yo hago en la estrada encubierta; en que se emplearàn unos 54000. pies, con que vendràn à quedar 10798. que mucha mas se llevaràn los obreros pegada à los çapatos; digo esto, porque al curioso no le causen confusion estas sobras; las quales si fuere necessario ser mayores para otras obras que se hayan de hazer, se tendràn aumentando uno, dos, ò mas pies la anchura, ò la profundidad del fosso, ò uno y otro; y quando las sobras fueren demasiadas, se harà al contrario.

Advierto que si se hallare alguna diferencia en los quebrados, que no se haga caso de ella, quando no han de ser multiplicados por otro numero; y assi mesmo, que si por hyerro de Pluma, ò de la empressa, huviere algun numero trocado, que el juycio del curioso suplirà esta falta, pues teniendo en la idea el modo de executar estas Reglas, podrà conocer si ay algun yerro para corregirlo.

Nota, que à las banquetas no se ha dado mas de tres pies de ancho, y serà mas acertado darles 4. y à la de la estrada encubierta si se ha de poner la estaçada sobre ella, 5. Su altura es siempre de uno à dos pies;

## *Concluſion de el Perfil.*

SAbida la tierra que ſe ha de ſacar del foſſo, ſe partirà ſu numero por 400. ( ò por otro numero ſegun el eſtilo del Pays ) y el cociente ſeràn las verjas cubicas de à 20. pies en quadro cada una, y ſolo uno de alto, ( que en el Pais-Baxo llaman eſcafa ) Pues partanſe los 1669823 $\frac{10}{63}$ por 400. y el cociente 4174$\frac{1}{2}$ con poca differencia, ſeràn las verjas cubicas que ſe han de ſacar del foſſo, y pagar à los obreros. Y valiendo en ſupoſicion, cada verja 4. florines, coſtaràn 16700. florines; y como eſto es la decima parte de todo el Pentagono que ſe ha calculado, ſe multiplicaràn por 10. y el producto 167000. ſeràn los florines que coſtarà toda la obra; excepto las cortaduras de la eſtrada encubierta, y ſubidas que ſe han de hazer en los Balvartes ( que es poca coſa ) y ſin hablar de Empalizadas, Puentes, Puertas, Quarteles, &c. Sabido eſto digo que travaxando ( como travaxan de ordinario, ) cada quatro hombres una verja cubica de las dichas al dia, acavarian los 4. hombres la obra de todo el Pentagono en 41745. dias, que es la meſma cantidad què ay de verjas, y aſſi añadiendo gente en eſta proporcion ſe ſabrà en quanto ſe acavarà, ſegun el numero que ſe empleare en la obra.

Creo

Creo que los aficionados y que intentan ser professos en la Architectura Militar, hallaràn en este calculo satisfacion, assegurandoles que (como de otras cosas que van en este Libro) soy el primero que lo hè escrito assi, y no haverlo hecho otros Autores havrà sido por escusarse de la prolixidad que esto trae con sigo, y parecerles ser dificil darlo à entender, ò porque no se havràn querido dignar de comunicar esta practica, à los Theoricos, haziendo assi con esto su sciencia mas misteriosa.

## PROPOSICION LXXI.

### *Del Perfil de las Murallas revestidas.*

NO ay diferencia en construir, y medir el Perfil de las Murallas revestidas al de tierra sola, salvo que aqui no ay Berma, y assi la Escarpa, y Muralla va seguida desde el cimiento, hasta lo mas superior, y tambien que es menester cimientos de cal, y canto.

Muchos quieren que el muro de cal y canto, quando se va levantando, suba por la parte interior con algun declivio, diziendo que assi, la tierra no cargarà sobre el, con tanta fuerça; pero lo ordinario es que suba perpendicular, como tambien la Contraescarpa.

Para medir el muro de piedra, se harà como se

se enseñò en el prisma que forma la Muralla de tierra; Y si fuere de mi nuevo Methodo, se medirà aparte el flanco curbo, como enseñè en los solidos à medir un arco, ò bien se llevarà junto con el muro, que poca diferencia havrà, midiendo la circunferencia pie à pie, con el compas; lo mesmo se hà de entender con el prisma de la Contraescarpa, porque aqui la diferencia que ay, à lo enseñado arriba, es que cada verja de tal y tanto vale al respecto de los quatro florines de la de tierra, de 20. à 70. flor. segun el paraje donde se fabricare, que seràn mas, ò menos escasos los materiales. Y para terminar mas la idea, puse el Perfil *de la Estampa 27. que se muestra con su Muralla, y Contraescarpa* revestidas, cuyo fosso es de 20. pies de altura, y lo mesmo en la Muralla, que hazen 40. El cimiento debajo del plano del fosso, es de 15. pies de ancho, y 5. ò 6. de profundo debaxo del plano del fosso, de que se disminuye 2. ò 3. desde el mesmo plano del fosso: y en la fabrica de las Murallas, se declararà mas esto, que aqui ha sido solo el intento, dar modo de construir, y medir los Perfiles; cosa que tan embarazosa es à los poco cursados en la practica, razon porque, qui se tomar este trabaxo, como dixe en el Perfil antecedente.

TRA-

Estamp

TRA



# TRATADO I

## DE LA

# TRIGONOMETRIA.

LA Trigonometria es Arte, que trata de la Absolucion de los Triangulos, enseñando por la noticia de los grados de un Angulo, à conocer su linea opuesta, respecto otra linea del mesmo Triangulo, y los grados de su Angulo opuesto: lo que se haze valiendose de las Tablas de los Senos Tangentes, y Secantes, que estan calculadas, y dispuestas de modo que en un Triangulo donde el Seno de un Angulo, ò linea opuesta à el, tiene en las Tablas el Seno, ò lineas de los otros dos lados, que estan en proporcion segun aquellos grados de sus Angulos opuestos; como todo se entenderà por el discurso de este Tratado, donde por seguir la Practica que en todo lo demas, escusare tratar del origen y fundamento de los Senos, pues no es mi intento

otro, que enseñar à varlerse de ellos. Para lo qual serà bueno monstrar primero à buscar el Seno Tangente, y Secante que se quisiere.

Primeramente las Tablas que van aquì delante, estan ordenadas de quatro colunas: la primera, es de grados y Minutos: la segunda de los Senos: la tercera de las Tangentes: y la quarta de las Secantes.

En la primera oja, y en la primera colum del principio de las Tablas, se empieça por uno; en el segundo Renglon que indica un Minuto, y en frente en la coluna de los Senos, se halla el numero de 29.09. que significa el Seno de un Angulo de un minuto: en la tercera coluna, que es de las Tangentes, se halla el mesmo numero, que es la Tangente del Angulo de un minuto: y en la quarta què ès de las Secantes està el Seno que pertenece al Angulo recto, que es en estas Tablas de 100000.00. à quien llaman el Radio ò Semidiametro.

El tercer Renglon tiene la primera coluna dos minutos, su Seno es 58.18. su Tangente lo mismo, su Secante 100000.02. y assi consecutivamente hasta el ultimo Renglon, què la primera coluna tiene 30. minutos, que es medio grado: y es su Seno 872.65. su Tangente 872.69. y su Secante 100003.80.

A la buelta de la segunda oja de las Tablas, que es tercera pagina de ellas, empieça el primer Renglon

glon con los 30. minutos dichos en la primera coluna, que su Seno Tangente, y Secante, es lo que hemos dicho, respecto de estar aqui duplicado; y desde allì va corriendo hasta abajo aumentando siempre un minuto en cada Renglon, que cada uno tiene enfrente su Seno, Tangente, y Secante; y assi hasta al ultimo, que acava la primera coluna con 60. minutos que es yà un grado, cuyo Seno es 1745.24. su Tangente 1745.51. y su Secante 100015.23.

Siguese à las espaldas de la tercera oja, que es 5. pagina de las Tablas, y se hallan en la primera coluna en la parte superior, el numero 1. que indica un grado, cuyo Seno Tangente, y Secante es es el referido, y assi en el segundo Renglon empieça la primera coluna con 1. y enfrente tiene el Seno 1774.32. la Tangente 1774.60. y la Secante 100015.74. que quiere dezir que el dicho Seno, Tangente, y Secante es de un grado, y un minuto; y desta manera hasta el ultimo Renglon que acava yà con 30. minutos, donde diremos que el Seno de 1. grado, y 30. minutos es 2617.69. su Tangente 2618.59. y la Secante 100034.28.

Passese à las espaldas de la quarta oja, que es la pagina 7. y se hallarà en la parte superior de la primera coluna otra vez 1. que es el grado que llevamos, y en el primer Renglon tiene la dicha coluna 30. minutos, cuyo Seno, Tangen-

gen-

gente, y Secante es lo mesmo que queda referido; y de alli se và como antes contando un minuto mas en en cada Renglon, hasta el ultimo: que la ultima coluna tiene 60. minutos, que es yà otro grado; con que diremos, que el Seno de dos grados es 3489.95. la Tangente 3492.68. y la Secante 100060.95.

Aora se passarà à las espaldas de la quinta oja y 9. pagina, donde en la parte alta tiene la primera coluna 2. grados, y su Seno, Tangente, y Secante en el primer Renglon, que es el mesmo que se ha dicho. Y luego empieça la primera coluna con 1. en el segundo Renglon que quiere dezir 2. grados 1. minuto: y assi consecutivamente, siguiendo esta orden hasta los 44. grados y 60. minutos que hazen 45. grados, que se hallarà su Seno de 70710.68. su Tangente 100000.00. y la Secante 141421.36 Y el cumplimiento de qualquier Seno hasta 90. gr. se hallarà en las paginas contrarias, que hemos dexado en blanco, por el mesmo orden y manera, excepto que los gr. como en las primeras colunas hasta los 45. grados, estàn marcados en la parte superior de dichas colunas: assi en estas otras estàn en la parte inferior, y los minutos se cuentan de abajo arriba, y las ojas se corren bolviendo azia el principio de las Tablas. Exemplo: quiero buscar el Seno, Tanjente, ò, Secante de 55. grados y

18.

18. minutos, pues busco en las primeras colunas, en la parte inferior donde ay marcados 55. y hallados, cuento desde el primer minuto, y segundo Renglon azia arriba, hasta hallar el numero 18. y en frente se hallarà su Seno de 82214.40. la Tangente 144418.34. y la Secante 175660.63. que es el Seno, Tangente, y Secante de los 55. grados y 18. minutos; y en este modo se hallarà todo lo que se buscare en las Tablas, quando fuere necessario; advirtiendo, que quando se necessitarè del Seno de 90. grados, no es necessario buscarlo, si no es tomar el Radio, que como hemos dicho es 100000.00. Y quando se tomare todo entero incluiendo los dos Zeros que estàn despues del punto, se ha de tomar tambien el numero que se hallare en los Senos, Tangentes, y Secantes que estan despues de los puntos que los cortan; y para principio tomaremos un triangulo rectangulo, con el qual empeçaremos despues que el curioso sea yà hecho capaz del uso de las Tablas que siguen.

CA-

# CANON
## SINUUM
## TANGENTIUM
ET
## SECANTIUM

Ad Radium

10000000.

# CANON
## SINUUM
## TANGENTIUM
ET
## SECANTIUM

Ad Radium

10000000.

| 0 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 100000.00 |
| 1 | 29.09 | 29.09 | 100000.00 |
| 2 | 58.18 | 58.18 | 100000.02 |
| 3 | 87.27 | 87.27 | 100000.04 |
| 4 | 116.36 | 116.36 | 100000.07 |
| 5 | 145.44 | 145.44 | 100000.11 |
| 6 | 174.53 | 174.53 | 100000.16 |
| 7 | 203.62 | 203.62 | 100000.21 |
| 8 | 232.71 | 232.71 | 100000.27 |
| 9 | 261.80 | 261.80 | 100000.34 |
| 10 | 290.89 | 290.89 | 100000.42 |
| 11 | 319.98 | 319.98 | 100000.51 |
| 12 | 349.06 | 349.07 | 100000.61 |
| 13 | 378.15 | 378.16 | 100000.72 |
| 14 | 407.24 | 407.25 | 100000.83 |
| 15 | 436.33 | 436.33 | 100000.95 |
| 16 | 465.42 | 465.42 | 100001.08 |
| 17 | 494.51 | 494.51 | 100001.22 |
| 18 | 523.60 | 523.60 | 100001.37 |
| 19 | 552.68 | 552.69 | 100001.53 |
| 20 | 581.77 | 581.78 | 100001.70 |
| 21 | 610.86 | 610.87 | 100001.87 |
| 22 | 639.95 | 639.96 | 100002.05 |
| 23 | 669.04 | 669.05 | 100002.24 |
| 24 | 698.13 | 698.14 | 100002.44 |
| 25 | 727.21 | 727.23 | 100002.65 |
| 26 | 756.30 | 756.32 | 100002.86 |
| 27 | 785.39 | 785.41 | 100003.08 |
| 28 | 814.48 | 814.50 | 100003.31 |
| 29 | 843.57 | 843.60 | 100003.55 |
| 30 | 872.65 | 872.69 | 100003.80 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 10000.00 | infinito. | infinito. |
| 59 | 99999.99 | 343774667.38 | 43774681.93 |
| 58 | 99999.98 | 171887319.15 | 171887348.24 |
| 57 | 99999.96 | 114591529.94 | 114591573.57 |
| 56 | 99999.93 | 85943630.48 | 85943688.66 |
| 55 | 99999.89 | 68754886.93 | 68754959.66 |
| 54 | 99999.84 | 57295721.34 | 57295808.60 |
| 53 | 99999.79 | 49110600.28 | 49110702.09 |
| 52 | 99999.73 | 42971757.06 | 42971873.42 |
| 51 | 99999.66 | 38197099.08 | 38197229.98 |
| 50 | 99999.58 | 34377370.74 | 34377516.19 |
| 49 | 99999.49 | 31252136.71 | 31252296.70 |
| 48 | 99999.39 | 28647773.40 | 28647947.93 |
| 47 | 99999.28 | 26444079.88 | 26444268.95 |
| 46 | 99999.17 | 24555198.33 | 24555401.95 |
| 45 | 99999.05 | 22918166.36 | 22918384.53 |
| 44 | 99998.92 | 21485762.18 | 21485994.89 |
| 43 | 99998.78 | 20221874.99 | 20222122.25 |
| 42 | 99998.63 | 19098418.64 | 19098680.44 |
| 41 | 99998.47 | 18093219.83 | 18093496.17 |
| 40 | 99998.30 | 17188539.93 | 17188830.82 |
| 39 | 99998.13 | 16370019.10 | 16370324.53 |
| 38 | 99997.95 | 15625908.37 | 15626228.34 |
| 37 | 99997.76 | 14946502.08 | 14946836.60 |
| 36 | 99997.56 | 14323712.17 | 14324061.23 |
| 35 | 99997.35 | 13750744.68 | 13751108.29 |
| 34 | 99997.13 | 13221850.86 | 13222229.02 |
| 33 | 99996.91 | 12732133.65 | 12732526.35 |
| 32 | 99996.68 | 12277295.54 | 12277802.79 |
| 31 | 99996.44 | 11854018.02 | 11854439.81 |
| 30 | 99996.19 | 11458865.01 | 11459301.35 |

89

| o | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 872.65 | 872.69 | 100003.80 |
| 31 | 901.74 | 901.78 | 100004.06 |
| 32 | 930.83 | 930.87 | 100004.33 |
| 33 | 959.92 | 959.96 | 100004.61 |
| 34 | 989.00 | 989.05 | 100004.89 |
| 35 | 1018.09 | 1018.14 | 100005.18 |
| 36 | 1047.18 | 1047.24 | 100005.48 |
| 37 | 1076.27 | 1076.33 | 100005.79 |
| 38 | 1105.35 | 1105.42 | 100006.11 |
| 39 | 1134.44 | 1134.51 | 100006.44 |
| 40 | 1163.53 | 1163.61 | 100006.77 |
| 41 | 1192.61 | 1192.70 | 100007.11 |
| 42 | 1221.70 | 1221.79 | 100007.46 |
| 43 | 1250.79 | 1250.88 | 100007.82 |
| 44 | 1279.87 | 1279.98 | 100008.19 |
| 45 | 1308.96 | 1309.07 | 100008.57 |
| 46 | 1338.65 | 1338.17 | 100008.96 |
| 47 | 1367.13 | 1367.26 | 100009.35 |
| 48 | 1396.22 | 1396.35 | 100009.75 |
| 49 | 1425.30 | 1425.45 | 100010.16 |
| 50 | 1454.39 | 1454.54 | 100010.58 |
| 51 | 1483.48 | 1483.64 | 100011.01 |
| 52 | 1512.56 | 1512.73 | 100011.45 |
| 53 | 1541.65 | 1541.83 | 100011.89 |
| 54 | 1570.73 | 1570.93 | 100012.34 |
| 55 | 1599.82 | 1600.02 | 100012.80 |
| 56 | 1628.90 | 1629.12 | 100013.27 |
| 57 | 1657.99 | 1658.22 | 100013.75 |
| 58 | 1687.07 | 1687.31 | 100014.24 |
| 59 | 1716.16 | 1716.41 | 100014.73 |
| 60 | 1745.24 | 1745.51 | 100015.23 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99996.19 | 11458865.01 | 11459301.35 |
| 29 | 99995.93 | 11089205.13 | 11089656.01 |
| 28 | 99995.66 | 10742648.38 | 10743113.80 |
| 27 | 99995.39 | 10417094.48 | 10417574.45 |
| 26 | 99995.11 | 10110690 24 | 10111184.75 |
| 25 | 99694.82 | 9821794.26 | 9822303.32 |
| 24 | 99994.52 | 9548947.52 | 9549471.12 |
| 23 | 99994.21 | 9290848.72 | 9291386.87 |
| 22 | 99993.89 | 9046333.57 | 4046886.26 |
| 21 | 99993.56 | 8814357.15 | 8814924.39 |
| 20 | 99993.23 | 8593979.07 | 8594560.86 |
| 19 | 99992.89 | 8384350.67 | 8384947.00 |
| 18 | 99992.54 | 8184704.11 | 8185314.98 |
| 17 | 99992.18 | 7994342.99 | 7994968.41 |
| 16 | 99991.81 | 7812634.20 | 7813274.16 |
| 15 | 99991.43 | 7639000.93 | 7639655.44 |
| 14 | 99991.04 | 7472916.51 | 7473585.56 |
| 13 | 99990.65 | 7313899.10 | 7314582.70 |
| 12 | 99990.25 | 7161507.01 | 7162205.15 |
| 11 | 99989.84 | 7015334.61 | 7016047.35 |
| 10 | 99989.42 | 6875908.72 | 6875735.95 |
| 9 | 99988.99 | 6740185.43 | 6740927.20 |
| 8 | 99988.55 | 6610547.27 | 6611303.59 |
| 7 | 99988.11 | 6485800.75 | 6486571.62 |
| 6 | 99987.66 | 6365674.12 | 6366459.53 |
| 5 | 99987.20 | 6249915.37 | 6250715.33 |
| 4 | 99986.73 | 6138290.52 | 6139105.02 |
| 3 | 99986.25 | 6030581.99 | 6031411.04 |
| 2 | 99985.76 | 5926587.21 | 5927430.81 |
| 1 | 99985.27 | 5826117.35 | 5826975.49 |
| 0 | 99984.77 | 5728996.16 | 5729868.85 |
| 89 | | | |

| I | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 1745.24 | 1745.51 | 100015.23 |
| 1 | 1774.32 | 1774.60 | 100015.74 |
| 2 | 1803.41 | 1803.70 | 100016.26 |
| 3 | 1832.49 | 1832.80 | 100016.79 |
| 4 | 1861.58 | 1861.90 | 100017.33 |
| 5 | 1890.66 | 1891.00 | 100017.88 |
| 6 | 1919.74 | 1920.10 | 100018.43 |
| 7 | 1948.83 | 1949.20 | 100018.99 |
| 8 | 1977.91 | 1978.30 | 100019.56 |
| 9 | 2006.99 | 2007.40 | 100020.14 |
| 10 | 2036.08 | 2036.50 | 100020.73 |
| 11 | 2065.16 | 2065.60 | 100021.33 |
| 12 | 2094.24 | 2094.70 | 100021.94 |
| 13 | 2123.32 | 2123.80 | 100022.55 |
| 14 | 2152.41 | 2152.91 | 100023.17 |
| 15 | 2181.49 | 2182.01 | 100023.80 |
| 16 | 2210.57 | 2211.11 | 100024.44 |
| 17 | 2239.65 | 2240.21 | 100025.09 |
| 18 | 2268.73 | 2269.32 | 100025.75 |
| 19 | 2297.81 | 2298.42 | 100026.41 |
| 20 | 2326.90 | 2327.53 | 100027.08 |
| 21 | 2355.98 | 2356.63 | 100027.76 |
| 22 | 2385.06 | 2385.74 | 100028.45 |
| 23 | 2414.14 | 2414.84 | 100029.15 |
| 24 | 2443.22 | 2443.95 | 100029.86 |
| 25 | 2472.30 | 2473.05 | 100030.58 |
| 26 | 2501.38 | 2502.16 | 100031.30 |
| 27 | 2530.46 | 2531.27 | 100032.03 |
| 28 | 2559.54 | 2560.38 | 100032.77 |
| 29 | 2588.62 | 2589.48 | 100033.52 |
| 30 | 2617.69 | 2618.59 | 100034.28 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99984.77 | 5728996.16 | 5729868.85 |
| 59 | 99984.26 | 5635058.96 | 5635946.15 |
| 58 | 99983.74 | 5544151.67 | 5545053.45 |
| 57 | 99983.21 | 5456130.03 | 5457046.35 |
| 56 | 99982.67 | 5370858.75 | 5371789.62 |
| 55 | 99982.12 | 5288210.91 | 5289156.57 |
| 54 | 99981.57 | 5208067.26 | 5209027.22 |
| 53 | 99981.01 | 5130315.66 | 5131290.17 |
| 52 | 99980.44 | 5054850.59 | 5055839.65 |
| 51 | 99979.86 | 4981572.64 | 4982576.23 |
| 50 | 99979.27 | 4910388.06 | 4911406.20 |
| 49 | 99978.67 | 4841208.41 | 4842241.10 |
| 48 | 99978.06 | 4773950.14 | 4774997.38 |
| 47 | 99977.45 | 4708534.30 | 4709596.08 |
| 46 | 99976.83 | 4644886.20 | 4645962.53 |
| 45 | 99976.20 | 4582935.12 | 4584025.99 |
| 44 | 99975.56 | 4522614.07 | 4523719.49 |
| 43 | 99974.91 | 4463859.56 | 4464979.52 |
| 42 | 99974.25 | 4406611.32 | 4407745.83 |
| 41 | 99973.59 | 4350812.16 | 4351961.22 |
| 40 | 99972.92 | 4296407.73 | 4207571.34 |
| 39 | 99972.24 | 4243346.39 | 4244524.54 |
| 38 | 99971.55 | 4191578.99 | 4192771.68 |
| 37 | 99970.85 | 4141058.76 | 4142266.00 |
| 36 | 99970.14 | 4091741.16 | 4092962.95 |
| 35 | 99969.43 | 4043583.75 | 4044820.09 |
| 34 | 99968.71 | 3996546.05 | 3997796.94 |
| 33 | 99967.98 | 3950589.46 | 3951854.89 |
| 32 | 99967.24 | 3905677.11 | 3906957.09 |
| 31 | 99966.49 | 3861773.81 | 3863068.34 |
| 30 | 99965.73 | 3818845.93 | 3820155.00 |

| I | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 2617.69 | 2618.59 | 100034.28 |
| 31 | 2646.77 | 2647.70 | 100035.05 |
| 32 | 2675.85 | 2676.81 | 100035.82 |
| 33 | 2704.93 | 2705.92 | 100036.60 |
| 34 | 2734.01 | 2735.03 | 100037.39 |
| 35 | 2763.09 | 2764.14 | 100038.19 |
| 36 | 2792.16 | 2793.25 | 100039.00 |
| 37 | 2821.24 | 2822.36 | 100039.82 |
| 38 | 2850.32 | 2851.48 | 100040.65 |
| 39 | 2879.40 | 2880.59 | 100041.48 |
| 40 | 2908.47 | 2909.70 | 100042.32 |
| 41 | 2937.55 | 2938.82 | 100043.17 |
| 42 | 2966.62 | 2967.93 | 100044.03 |
| 43 | 2995.70 | 2997.05 | 100044.90 |
| 44 | 3024.78 | 3026.16 | 100045.78 |
| 45 | 3053.85 | 3055.28 | 100046.67 |
| 46 | 3082.93 | 3084.39 | 100047.56 |
| 47 | 3112.00 | 3113.51 | 100048.46 |
| 48 | 3141.08 | 3142.63 | 100049.37 |
| 49 | 3170.15 | 3171.74 | 100050.29 |
| 50 | 3199.22 | 3200.86 | 100051.22 |
| 51 | 3228.30 | 3229.98 | 100052.15 |
| 52 | 3257.37 | 3259.10 | 100053.09 |
| 53 | 3286.44 | 3288.22 | 100054.05 |
| 54 | 3315.52 | 3317.34 | 100055.01 |
| 55 | 3344.59 | 3346.46 | 100055.98 |
| 56 | 3373.66 | 3375.58 | 100056.96 |
| 57 | 3402.73 | 3404.71 | 100057.95 |
| 58 | 3431.81 | 3433.83 | 100058.94 |
| 59 | 3460.88 | 3462.95 | 100059.94 |
| 60 | 3489.95 | 3492.08 | 100060.95 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99965.73 | 3818845.93 | 3820155.00 |
| 29 | 99964.96 | 3776861.30 | 3778184.92 |
| 28 | 99964.19 | 3735789.17 | 3737127.34 |
| 27 | 99963.41 | 3695600.11 | 3696952.82 |
| 26 | 99962.62 | 3656265.92 | 3657633.18 |
| 25 | 99961.82 | 3617759.62 | 3619141.43 |
| 24 | 99961.01 | 3580055.33 | 3581451.68 |
| 23 | 99960.19 | 3543128.25 | 3544539.15 |
| 22 | 99959.36 | 3506954.58 | 3508380.03 |
| 21 | 99958.53 | 3471511.50 | 3472951.50 |
| 20 | 99957.69 | 3436777.09 | 3438231.63 |
| 19 | 99956.84 | 3402730.29 | 3404199.39 |
| 18 | 99955.98 | 3369350.89 | 3370834.53 |
| 17 | 99955.11 | 3336619.45 | 3338117.63 |
| 16 | 99954.24 | 3304517.27 | 3306030.00 |
| 15 | 99953.36 | 3273026.37 | 3274553.65 |
| 14 | 99952.47 | 3242129.46 | 3243671.29 |
| 13 | 99951.57 | 3211809.88 | 3213366.26 |
| 12 | 99950.66 | 3182051.60 | 3183622.52 |
| 11 | 99949.74 | 3152839.16 | 3154424.63 |
| 10 | 99948.81 | 3124157.67 | 3125757.70 |
| 9 | 99947.88 | 3095992.80 | 3097607.37 |
| 8 | 99946.94 | 3068330.70 | 3069959.82 |
| 7 | 99945.99 | 3041158.02 | 3042801.69 |
| 6 | 99945.03 | 3014461.89 | 3016120.10 |
| 5 | 99944.06 | 2988229.86 | 2989902.63 |
| 4 | 99943.08 | 2962449.95 | 2964137.26 |
| 3 | 99942.09 | 2937110.55 | 2938812.41 |
| 2 | 99941.09 | 2912200.47 | 2913916.88 |
| 1 | 99940.09 | 2887708.88 | 2889439.84 |
| 0 | 99939.08 | 2863625.33 | 2865370.83 |

| 2 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 3489.95 | 3492.08 | 100060.95 |
| 1 | 3519.02 | 3521.20 | 100061.97 |
| 2 | 3548.09 | 3550.33 | 100063.00 |
| 3 | 3577.16 | 3579.45 | 100064.04 |
| 4 | 3606.23 | 3608.58 | 100065.09 |
| 5 | 3635.30 | 3637.71 | 100066.15 |
| 6 | 3664.37 | 3666.83 | 100067.21 |
| 7 | 3693.44 | 3695.96 | 100068.28 |
| 8 | 3722.51 | 3725.09 | 100069.36 |
| 9 | 3751.58 | 3754.22 | 100070.45 |
| 10 | 3780.65 | 3783.35 | 100071.55 |
| 11 | 3809.71 | 3812.48 | 100072.66 |
| 12 | 3838.78 | 3841.61 | 100073.77 |
| 13 | 3867.85 | 3870.74 | 100074.89 |
| 14 | 3896.91 | 3899.88 | 100076.02 |
| 15 | 3925.98 | 3929.01 | 100077.16 |
| 16 | 3955.05 | 3958.14 | 100078.31 |
| 17 | 3984.11 | 3987.28 | 100079.47 |
| 18 | 4013.18 | 4016.41 | 100080.63 |
| 19 | 4042.24 | 4045.55 | 100081.80 |
| 20 | 4071.31 | 4074.69 | 100082.98 |
| 21 | 4100.37 | 4103.83 | 100084.17 |
| 22 | 4129.44 | 4132.96 | 100085.37 |
| 23 | 4158.50 | 4162.10 | 100036.58 |
| 24 | 4187.57 | 4191.24 | 100087.80 |
| 25 | 4216.63 | 4220.38 | 100089.02 |
| 26 | 4245.69 | 4249,52 | 100090.25 |
| 27 | 4274.75 | 4278.66 | 100091.49 |
| 28 | 4303.82 | 4307.81 | 100092.74 |
| 29 | 4332.88 | 4336.95 | 100094.00 |
| 30 | 4361.94 | 4366.09 | 100095.27 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99939.08 | 2863625.33 | 2865370.83 |
| 59 | 99938.06 | 2839939.69 | 2841699.74 |
| 58 | 99937.03 | 2816642.18 | 2818416.78 |
| 57 | 99935.99 | 2793723.33 | 2795512.48 |
| 56 | 99934.95 | 2771173.99 | 2772977.69 |
| 55 | 99933.90 | 2748985.28 | 2750803.53 |
| 54 | 99932.84 | 2727148.61 | 2728981.41 |
| 53 | 99931.77 | 2705655.68 | 2707503.03 |
| 52 | 99930.69 | 2684498.43 | 2686360.33 |
| 51 | 99929.60 | 2663669.04 | 2665545.49 |
| 50 | 99928.51 | 2643159.96 | 2645050.96 |
| 49 | 99927.40 | 2622963.84 | 2624869.39 |
| 48 | 99926.29 | 2603073.58 | 2604993.68 |
| 47 | 99915.17 | 2583482.27 | 2585416.92 |
| 46 | 99924.04 | 2564183.23 | 2566132.43 |
| 45. | 99922.90 | 2545169.96 | 2547133.71 |
| 44 | 99921.75 | 2526436.15 | 2528414.45 |
| 43 | 99920.60 | 2507975.68 | 2509968.53 |
| 42 | 99919.44 | 2489782.62 | 2491790.02 |
| 41 | 99918.27 | 2471851.19 | 2473873.14 |
| 40 | 99917.09 | 2454175.78 | 2456212.28 |
| 39 | 99915.90 | 2436750.95 | 2438802.00 |
| 38 | 99914.70 | 2419571.40 | 2421637.00 |
| 37 | 99913.49 | 2402631.99 | 2404712.14 |
| 36 | 99912.28 | 2385927.72 | 2388022.42 |
| 35 | 99911.06 | 2369453.72 | 2371562.97 |
| 34 | 99909.83 | 2353205.25 | 2355329.05 |
| 33 | 99908.59 | 2337177.72 | 2339316.07 |
| 32 | 99907.34 | 2321366.65 | 2323519.55 |
| 31 | 99906.08 | 2305767.67 | 2307935.13 |
| 30 | 99904.82 | 2290376.55 | 2292558.56 |
| 87 | | | |

| 2 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 4361.94 | 4366.09 | 100095.27 |
| 31 | 4391.00 | 4395.24 | 100096.55 |
| 32 | 4420.06 | 4424.38 | 100097.83 |
| 33 | 4449.12 | 4453.53 | 100999.12 |
| 34 | 4478.18 | 4482.68 | 100100.42 |
| 35 | 4507.24 | 4511.82 | 100101.73 |
| 36 | 4536.30 | 4540.97 | 100103.05 |
| 37 | 4565.36 | 4570.12 | 100104.38 |
| 38 | 4594.42 | 4599.27 | 100105.71 |
| 39 | 4623.47 | 4628.42 | 100107.05 |
| 40 | 4652.53 | 4657.57 | 100108.40 |
| 41 | 4681.59 | 4686.73 | 100109.76 |
| 42 | 4710.64 | 4715.88 | 100111.13 |
| 43 | 4739.70 | 4745.03 | 100112.51 |
| 44 | 4768.76 | 4774.19 | 100113.90 |
| 45 | 4797.81 | 4803.34 | 100115.30 |
| 46 | 4826.87 | 4832.50 | 100116.70 |
| 47 | 4855.92 | 4861,66 | 100118.11 |
| 48 | 4884.98 | 4890.82 | 100119.53 |
| 49 | 4914.03 | 4919.97 | 100120.96 |
| 50 | 4943.08 | 4949.13 | 100122.40 |
| 51 | 4972.14 | 4978.29 | 100123.85 |
| 52 | 5001.19 | 5007.46 | 100125.30 |
| 53 | 5030.24 | 5036.62 | 100126.76 |
| 54 | 5059.29 | 6065.78 | 100128.23 |
| 55 | 5088.35 | 5094.95 | 100129.71 |
| 56 | 5117.40 | 5124.11 | 100131.20 |
| 57 | 5146.45 | 5153,28 | 100132.70 |
| 58 | 5175.50 | 5182.44 | 100134.20 |
| 59 | 5204.55 | 5211.61 | 100135.71 |
| 60 | 5233.60 | 5240.78 | 100137.23 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99904.82 | 2290367.55 | 2292558.56 |
| 29 | 99903.55 | 2275189.16 | 2277385.72 |
| 28 | 99902.27 | 2260201.48 | 2262412.59 |
| 27 | 99900.98 | 2245409.59 | 2247635.25 |
| 26 | 99899.68 | 2230809.67 | 2233049.89 |
| 25 | 99898.37 | 2216398.02 | 2218652.78 |
| 24 | 99897.05 | 2202171.00 | 2204440.32 |
| 23 | 99895.73 | 2188125.10 | 2190408.97 |
| 22 | 99894.40 | 2174256.87 | 2176555.29 |
| 21 | 99893.06 | 2160562.96 | 2162875.93 |
| 20 | 99891.71 | 2147040.10 | 2149367.63 |
| 19 | 99890.35 | 2133685.11 | 2136027.19 |
| 18 | 99888.98 | 2120494.88 | 2122851.51 |
| 17 | 99887.61 | 2107466.37 | 2109837.55 |
| 16 | 99886.23 | 2094596.63 | 2096982.36 |
| 15 | 99884.84 | 2081882.76 | 2084283.05 |
| 14 | 99883.44 | 2069321.96 | 2071736.80 |
| 13 | 99882.03 | 2056911.47 | 2059340.86 |
| 12 | 99880.61 | 2044648.61 | 2047092.55 |
| 11 | 99879.18 | 2032530.75 | 2034989.25 |
| 10 | 99877.75 | 2020555.35 | 2023028.40 |
| 9 | 99876.31 | 2008719.89 | 2011207.50 |
| 8 | 99874.86 | 1997021.95 | 1999524.11 |
| 7 | 99873.40 | 1985459.12 | 1987975.84 |
| 6 | 99871.93 | 1974029.10 | 1976560.36 |
| 5 | 99870.45 | 1962729.59 | 1965275.41 |
| 4 | 99868.97 | 1951558.37 | 1954118.74 |
| 3 | 99867.48 | 1940513.27 | 1943088.20 |
| 2 | 99865.98 | 1929592.17 | 1932181.65 |
| 1 | 99864.47 | 1918792.98 | 1921397.01 |
| 0 | 99862.95 | 1908113.67 | 1910732.26 |

87

| 3 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 5233.60 | 5240.78 | 100137.23 |
| 1 | 5262.64 | 5269.95 | 100138.76 |
| 2 | 5291.69 | 5299.12 | 100140.30 |
| 3 | 5320.74 | 5328.29 | 100141.85 |
| 4 | 5349.79 | 5357.46 | 100143.41 |
| 5 | 5378.83 | 5386.63 | 100144.98 |
| 6 | 5407.88 | 5415.81 | 100146.55 |
| 7 | 5436.93 | 5444.98 | 100148.13 |
| 8 | 5465.97 | 5474.16 | 100149.72 |
| 9 | 5495.02 | 5503.33 | 100151.32 |
| 10 | 5524.06 | 5532.51 | 100152.93 |
| 11 | 5553.11 | 5561.69 | 100154.55 |
| 12 | 5582.15 | 5590.87 | 100156.17 |
| 13 | 5611.19 | 5620.05 | 100157.80 |
| 14 | 5640.24 | 5649.23 | 100159.44 |
| 15 | 5669.28 | 5678.41 | 100161.09 |
| 16 | 5698.32 | 5707.59 | 100162.75 |
| 17 | 5727.36 | 5736.78 | 100164.42 |
| 18 | 5756.40 | 5765.96 | 100166.10 |
| 19 | 5785.44 | 5795.15 | 100167.78 |
| 20 | 5814.48 | 5824.34 | 100169.47 |
| 21 | 5843.52 | 5853.52 | 100171.17 |
| 22 | 5872.56 | 5882.71 | 100172.88 |
| 23 | 5901.60 | 5911.90 | 100174.60 |
| 24 | 5930.64 | 5941.09 | 100176.33 |
| 25 | 5959.67 | 5970.29 | 100178.07 |
| 26 | 5988.71 | 5999.48 | 100179.81 |
| 27 | 6017.75 | 6028.67 | 100181.56 |
| 28 | 6046.78 | 6057.87 | 100183.32 |
| 29 | 6075.82 | 6087.06 | 100185.09 |
| 30 | 6104.85 | 6116.26 | 100186.87 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99862.95 | 1908113.67 | 1910732.26 |
| 59 | 99861.42 | 1897552.26 | 1900185.40 |
| 58 | 99859.89 | 1887106.80 | 1889754.50 |
| 57 | 99858.35 | 1876775.39 | 1879437.65 |
| 56 | 99856.80 | 1866556.18 | 1869232.99 |
| 55 | 99855.24 | 1856447.34 | 1859138.71 |
| 54 | 99853.67 | 1846447.09 | 1849153.01 |
| 53 | 99852.09 | 1836553.70 | 1839274.17 |
| 52 | 99850.50 | 1826765.44 | 1820500.48 |
| 51 | 99848.91 | 1817080.67 | 1819830.26 |
| 50 | 99847.31 | 1807497.74 | 1810261.88 |
| 49 | 99845.70 | 1798015.05 | 1800793.75 |
| 48 | 99844.08 | 1788631.04 | 1791424.29 |
| 47 | 99842.45 | 1779344.17 | 1782151.98 |
| 46 | 99840.81 | 1770152.94 | 1772975.31 |
| 45 | 99839.16 | 1761055.88 | 1763892.80 |
| 44 | 99837.51 | 1752051.55 | 1754903.03 |
| 43 | 99835.85 | 1743138.54 | 1746004.57 |
| 42 | 99834.18 | 1734315.46 | 1737196.05 |
| 41 | 99832.50 | 1725580.95 | 1728476.10 |
| 40 | 99830.81 | 1716933.69 | 1719843.40 |
| 39 | 99829.11 | 1708372.38 | 1711296.64 |
| 38 | 99827.41 | 1699895.74 | 1702834.56 |
| 37 | 99825.70 | 1691502.51 | 1694455.89 |
| 36 | 99823.98 | 1683191.48 | 1686159.41 |
| 35 | 99822.25 | 1674961.44 | 1677943.92 |
| 34 | 99820.51 | 1666811.20 | 1669808.25 |
| 33 | 99818.76 | 1658739.62 | 1661751.22 |
| 32 | 99817.01 | 1650745.55 | 1653771.71 |
| 31 | 99815.25 | 1642827.89 | 1645868.61 |
| 30 | 99813.48 | 1634985.55 | 1638040.82 |

| 3 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 6104.85 | 6116.26 | 100186.87 |
| 31 | 6133.89 | 6145.46 | 100188.66 |
| 32 | 6162.92 | 6174.66 | 100190.46 |
| 33 | 6191.96 | 6203.86 | 100192.26 |
| 34 | 6220.99 | 6233.06 | 100194.07 |
| 35 | 6250.02 | 6262.26 | 100195.89 |
| 36 | 6279.05 | 6291.47 | 100197.72 |
| 37 | 6308.08 | 6320.67 | 100199.56 |
| 38 | 6337.11 | 6349.88 | 100201.41 |
| 39 | 6366.14 | 6379.08 | 100203.26 |
| 40 | 6395.17 | 6408.29 | 100205.12 |
| 41 | 6424.20 | 6437.50 | 100206.99 |
| 42 | 6453.23 | 6466.71 | 100208.87 |
| 43 | 6482.26 | 6495.92 | 100210.76 |
| 44 | 6511.29 | 6525.13 | 100212.66 |
| 45 | 6540.31 | 6554.35 | 100214.57 |
| 46 | 6569.34 | 6583.56 | 100216.49 |
| 47 | 6598.36 | 6612.78 | 100218.41 |
| 48 | 6627.39 | 6641.99 | 100220.34 |
| 49 | 6656.41 | 6671.21 | 100222.28 |
| 50 | 6685.44 | 6700.43 | 100224.23 |
| 51 | 6714.46 | 6729.65 | 100226.19 |
| 52 | 6743.48 | 6758.87 | 100228.16 |
| 53 | 6772.51 | 6788.09 | 100230.13 |
| 54 | 6801.53 | 6817.32 | 100232.11 |
| 55 | 6830.55 | 6846.54 | 100234.10 |
| 56 | 6859.57 | 6875.77 | 100236.10 |
| 57 | 6888.59 | 6904.99 | 100238.11 |
| 58 | 6917.61 | 6934.22 | 100240.13 |
| 59 | 6946.63 | 6963.45 | 100242.16 |
| 60 | 6975.65 | 6992.68 | 100244.19 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99813.48 | 1634985.55 | 1638040.82 |
| 29 | 99811.70 | 1627217.44 | 1630287.28 |
| 28 | 99809.91 | 1619522.53 | 1622606.93 |
| 27 | 99808.11 | 1611899.79 | 1614998.74 |
| 26 | 99806.30 | 1604348.19 | 1607461.70 |
| 25 | 99804.49 | 1596866.74 | 1599994.81 |
| 24 | 99802.67 | 1589454.48 | 1592597.11 |
| 23 | 99800.84 | 1582110.45 | 1585267.64 |
| 22 | 99799.00 | 1574833.71 | 1578005.45 |
| 21 | 99797.15 | 1567623.33 | 1570809.63 |
| 20 | 99795.29 | 1560478.41 | 1563679.27 |
| 19 | 99793.43 | 1553398.06 | 1556613.48 |
| 18 | 99791.56 | 1546381.41 | 1549611.39 |
| 17 | 99789.68 | 1539427.60 | 1542672.15 |
| 16 | 99787.79 | 1532535.80 | 1535794.90 |
| 15 | 99785.89 | 1525705.17 | 1528978.83 |
| 14 | 99783.98 | 1518934.90 | 1522223.12 |
| 13 | 99782.06 | 1512224.20 | 1515526.98 |
| 12 | 99780.14 | 1505572.27 | 1508889.61 |
| 11 | 99778.21 | 1498978.36 | 1502310.26 |
| 10 | 99776.27 | 1492441.70 | 1495788.16 |
| 9 | 99774.32 | 1485961.55 | 1489322.58 |
| 8 | 99772.36 | 1479537.18 | 1482912.77 |
| 7 | 99770.39 | 1473167.87 | 1476558.02 |
| 6 | 99768.42 | 1466852.92 | 1470257.63 |
| 5 | 99766.44 | 1460591.63 | 1464010.90 |
| 4 | 99764.45 | 1454383.32 | 1457817.15 |
| 3 | 99762.45 | 1448227.32 | 1451676.71 |
| 2 | 99760.44 | 1442122.97 | 1445585.92 |
| 1 | 99758.42 | 1436069.61 | 1439547.13 |
| 0 | 99756.40 | 1430066.63 | 1433558.70 |

86

| 4 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 6975.65 | 6992.68 | 100244.19 |
| 1 | 7004.66 | 7021.91 | 100246.23 |
| 2 | 7033.68 | 7051.15 | 100248.28 |
| 3 | 7062.70 | 7080.38 | 100250.34 |
| 4 | 7091.71 | 7109.61 | 100252.41 |
| 5 | 7120.73 | 7138.85 | 100254.49 |
| 6 | 7149.74 | 7168.09 | 100256.58 |
| 7 | 7178.76 | 7197.33 | 100258.68 |
| 8 | 7207.77 | 7226.57 | 100260.78 |
| 9 | 7236.78 | 7255.81 | 100262.89 |
| 10 | 7265.80 | 7285.05 | 100265.01 |
| 11 | 7294.81 | 7314.30 | 100267.14 |
| 12 | 7323.82 | 7343.54 | 100269.28 |
| 13 | 7352.83 | 7372.79 | 100271.43 |
| 14 | 7381.84 | 7402.03 | 100273.58 |
| 15 | 7410.85 | 7431.28 | 100275.74 |
| 16 | 7439.86 | 7460.53 | 100277.91 |
| 17 | 7468.87 | 7489.79 | 100280.09 |
| 18 | 7497.87 | 7519.04 | 100282.28 |
| 19 | 7526.88 | 7548.29 | 100284.48 |
| 20 | 7555.89 | 7577.55 | 100286.68 |
| 21 | 7584.89 | 7606.80 | 100288.89 |
| 22 | 7613.90 | 7636.06 | 100291.11 |
| 23 | 7642.90 | 7665.32 | 100293.34 |
| 24 | 7671.90 | 7694.58 | 100295.58 |
| 25 | 7700.91 | 7723.84 | 100297.83 |
| 26 | 7729.91 | 7753.11 | 100300.09 |
| 27 | 7758.91 | 7782.37 | 100302.36 |
| 28 | 7787.91 | 7811.64 | 100304.64 |
| 29 | 7816.91 | 7840.90 | 100306.93 |
| 30 | 7845.91 | 7870.17 | 100309.22 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99756.40 | 1430066.63 | 1433558.70 |
| 59 | 99754.37 | 1424113.37 | 1427620.01 |
| 58 | 99752.33 | 1418209.24 | 1421730.45 |
| 57 | 99750.28 | 1412353.63 | 1415889.39 |
| 56 | 99748.22 | 1406545.93 | 1410096.25 |
| 55 | 99746.15 | 1400785.56 | 1404350.45 |
| 54 | 99744.07 | 1395071.94 | 1398651.39 |
| 53 | 99741.99 | 1389404.51 | 1392998.52 |
| 52 | 99739.90 | 1383782.70 | 1387391.28 |
| 51 | 99737.80 | 1378205.98 | 1381829.12 |
| 50 | 99735.69 | 1372673.79 | 1376311.49 |
| 49 | 99733.57 | 1367185.60 | 1370837.87 |
| 48 | 99731.44 | 1361740.89 | 1365407.72 |
| 47 | 99729.31 | 1356339.15 | 1360020.54 |
| 46 | 99727.17 | 1350979.86 | 1354675.82 |
| 45 | 99725.02 | 1345662.53 | 1349373.06 |
| 44 | 99722.86 | 1340386.67 | 1344111.76 |
| 43 | 99720.69 | 1335151.79 | 1338891.44 |
| 42 | 99718.51 | 1329957.41 | 1333711.63 |
| 41 | 99716.32 | 1324803.07 | 1328571.86 |
| 40 | 99714.13 | 1319688.30 | 1323471.65 |
| 39 | 99711.93 | 1314612.66 | 1318410.57 |
| 38 | 99709.72 | 1309575.68 | 1313388.16 |
| 37 | 99707.50 | 1304576.93 | 1308403.98 |
| 36 | 99705.27 | 1299615.98 | 1303457.60 |
| 35 | 99703.03 | 1294692.40 | 1298548.58 |
| 34 | 99700.79 | 1289805.77 | 1293676.51 |
| 33 | 99698.54 | 1284955.66 | 1288840.97 |
| 32 | 99696.28 | 1280141.68 | 1284041.55 |
| 31 | 99694.01 | 1275363.41 | 1279277.86 |
| 30 | 99691.73 | 1270620.47 | 1274549.48 |

85

| 4 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 7845.91 | 7870.17 | 100390.22 |
| 31 | 7874.91 | 7899.44 | 100311.52 |
| 32 | 7903.91 | 7928.71 | 100313.83 |
| 33 | 7932.90 | 7957.98 | 100316.15 |
| 34 | 7961.90 | 7987.26 | 100318.48 |
| 35 | 7990.90 | 8016.53 | 100320.81 |
| 36 | 8019.89 | 8045.81 | 100323.15 |
| 37 | 8048.89 | 8075.09 | 100325.50 |
| 38 | 8077.88 | 8104.37 | 100327.86 |
| 39 | 8106.87 | 8133.65 | 100330.23 |
| 40 | 8135.87 | 8162.93 | 100332.61 |
| 41 | 8164.86 | 8192.21 | 100335.00 |
| 42 | 8193.85 | 8221.50 | 100337.40 |
| 43 | 8222.84 | 8250.78 | 100339.80 |
| 44 | 8251.83 | 8280.07 | 100342.21 |
| 45 | 8280.82 | 8309.36 | 100344.63 |
| 46 | 8309.81 | 8338.65 | 100347.06 |
| 47 | 8338.80 | 8367.94 | 100349.50 |
| 48 | 8367.78 | 8397.23 | 100351.95 |
| 49 | 8396.77 | 8426.53 | 100354.41 |
| 50 | 8425.76 | 8455.83 | 100356.87 |
| 51 | 8454.74 | 8485.12 | 100359.34 |
| 52 | 8483.73 | 8514.42 | 100361.82 |
| 53 | 8512.71 | 8543.72 | 100364.31 |
| 54 | 8541.69 | 8573.02 | 100366.81 |
| 55 | 8570.67 | 8602.33 | 100369.32 |
| 56 | 8599.66 | 8631.63 | 100371.84 |
| 57 | 8628.64 | 8660.94 | 100374.36 |
| 58 | 8657.62 | 8690.25 | 100376.89 |
| 59 | 8686.60 | 8719.56 | 100379.43 |
| 60 | 8715.57 | 8748.87 | 100381.98 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99691.73 | 1270620.47 | 1274549.48 |
| 29 | 99689.44 | 1265912.46 | 1269856.04 |
| 28 | 99687.15 | 1261239.00 | 1265197.15 |
| 27 | 99684.85 | 1256599.71 | 1260572.42 |
| 26 | 99682.54 | 1251994.20 | 1255981.48 |
| 25 | 99680.22 | 1247422.12 | 1251423.97 |
| 24 | 99677.89 | 1242883.10 | 1246899.52 |
| 23 | 99675.55 | 1238376.79 | 1242407.77 |
| 22 | 99673.20 | 1233902.82 | 1237948.37 |
| 21 | 99670.85 | 1229460.85 | 1233520.97 |
| 20 | 99668.49 | 1225050.55 | 1229125.23 |
| 19 | 99666.12 | 1220671.56 | 1224760.82 |
| 18 | 99663.74 | 1216323.56 | 1220427.39 |
| 17 | 99661.35 | 1212006.22 | 1216124.62 |
| 16 | 99658.95 | 1207719.22 | 1211852.18 |
| 15 | 99656.55 | 1203462.23 | 1207609.76 |
| 14 | 99654.14 | 1199234.95 | 1203397.05 |
| 13 | 99651.72 | 1195037.05 | 1199213.72 |
| 12 | 99649.29 | 1190868.24 | 1195059.48 |
| 11 | 99646.85 | 1186728.21 | 1190934.02 |
| 10 | 99644.40 | 1182616.67 | 1186837.05 |
| 9 | 99641.94 | 1178533.31 | 1182768.27 |
| 8 | 99639.48 | 1174477.86 | 1178727.39 |
| 7 | 99637.01 | 1170450.03 | 1174714.12 |
| 6 | 99634.53 | 1166449.53 | 1170728.19 |
| 5 | 99632.04 | 1162476.08 | 1166769.32 |
| 4 | 99629.54 | 1158529.42 | 1162837.23 |
| 3 | 99627.03 | 1154609.27 | 1158931.65 |
| 2 | 99624.52 | 1150715.36 | 1155052.31 |
| 1 | 99622.00 | 1146847.43 | 1151198.96 |
| 0 | 99610.47 | 1143005.23 | 1147371.32 |

| 5 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 8715.57 | 8748.87 | 100381.98 |
| 1 | 8744.55 | 8778.18 | 100384.54 |
| 2 | 8773.53 | 8807.49 | 100387.11 |
| 3 | 8802.51 | 8836.81 | 100389.69 |
| 4 | 8831.48 | 8866.12 | 100392.28 |
| 5 | 8860.46 | 8895.44 | 100394.87 |
| 6 | 8889.43 | 8924.76 | 100397.47 |
| 7 | 8918.40 | 8954.08 | 100400.08 |
| 8 | 8947.38 | 8983.41 | 100402.70 |
| 9 | 8976.35 | 9012.73 | 100405.33 |
| 10 | 9005.32 | 9042.06 | 100407.97 |
| 11 | 9034.29 | 9071.38 | 100410.61 |
| 12 | 9063.26 | 9100.71 | 100413.26 |
| 13 | 9092.23 | 9130.04 | 100415.92 |
| 14 | 9121.19 | 9159.38 | 100418.59 |
| 15 | 9150.16 | 9188.71 | 100421.27 |
| 16 | 9179.13 | 9218.04 | 100423.96 |
| 17 | 9208.09 | 9247.38 | 100426.66 |
| 18 | 9237.06 | 9276.72 | 100429.37 |
| 19 | 9266.02 | 9306.06 | 100432.08 |
| 20 | 9294.99 | 9335.40 | 100434.80 |
| 21 | 9323.95 | 9364.74 | 100437.53 |
| 22 | 9352.91 | 9394.09 | 100440.27 |
| 23 | 9381.87 | 9423.44 | 100443.02 |
| 24 | 9410.83 | 9452.78 | 100445.78 |
| 25 | 9439.79 | 9482.13 | 100448.55 |
| 26 | 9468.75 | 9511.48 | 100451.33 |
| 27 | 9497.71 | 9540.84 | 100454.11 |
| 28 | 9526.66 | 9570.19 | 100456.90 |
| 29 | 9555.62 | 9599.55 | 100459.70 |
| 30 | 9584.58 | 9628.90 | 100462.51 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99619.47 | 1143005.23 | 1147371.32 |
| 59 | 99616.93 | 1139188.49 | 1143569.16 |
| 58 | 99614.38 | 1135396.96 | 1139792.20 |
| 57 | 99611.82 | 1131630.40 | 1136040.21 |
| 56 | 99609.26 | 1127888.55 | 1132312.93 |
| 55 | 99606.69 | 1124171.17 | 1128610.13 |
| 54 | 99604.11 | 1120478.03 | 1124931.56 |
| 53 | 99601.52 | 1116808.88 | 1121276.99 |
| 52 | 99598.92 | 1113163.50 | 1117646.17 |
| 51 | 99596.31 | 1109541.64 | 1114038.90 |
| 50 | 99593.69 | 1105943.10 | 1110454.92 |
| 49 | 99591.07 | 1102367.63 | 1106894.03 |
| 48 | 99588.44 | 1098815.01 | 1103355.99 |
| 47 | 99585.80 | 1095285.04 | 1099840.59 |
| 46 | 99583.15 | 1091777.49 | 1096347.61 |
| 45 | 99580.49 | 1088292.14 | 1092876.84 |
| 44 | 99577.82 | 1084828.80 | 1089428.07 |
| 43 | 99575.15 | 1081387.24 | 1086001.09 |
| 42 | 99572.47 | 1077967.27 | 1082595.69 |
| 41 | 99569.78 | 1074568.68 | 1079211.68 |
| 40 | 99567.08 | 1071191.26 | 1075848.84 |
| 39 | 99564.37 | 1067834.84 | 1072506.99 |
| 38 | 99561.65 | 1064499.19 | 1069185.92 |
| 37 | 99558.92 | 1061184.14 | 1065885.45 |
| 36 | 99556.19 | 1057889.50 | 1062605.38 |
| 35 | 99553.45 | 1054615.07 | 1059345.53 |
| 34 | 99550.70 | 1051360.67 | 1056105.70 |
| 33 | 99547.94 | 1048126.11 | 1052885.72 |
| 32 | 99545.17 | 1044911.22 | 1049685.41 |
| 31 | 99542.40 | 1041715.81 | 1046504.58 |
| 30 | 99539.62 | 1038539.71 | 1043343.05 |
| 84 | | | |

| 5 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 9584.58 | 9628.90 | 100462.51 |
| 31 | 9613.53 | 9658.26 | 100465.33 |
| 32 | 9642.48 | 9687.63 | 100468.16 |
| 33 | 9671.44 | 9716.99 | 100470.99 |
| 34 | 9700.39 | 9746.35 | 100473.83 |
| 35 | 9729.34 | 9775.72 | 100476.68 |
| 36 | 9758.29 | 9805.09 | 100479.54 |
| 37 | 9787.24 | 9834.46 | 100482.41 |
| 38 | 9816.19 | 9863.83 | 100485.29 |
| 39 | 9845.14 | 9893.20 | 100488.18 |
| 40 | 9874.08 | 9922.57 | 100491.08 |
| 41 | 9903.03 | 9951.95 | 100493.99 |
| 42 | 9931.97 | 9981.33 | 100496.90 |
| 43 | 9960.92 | 10010.71 | 100499.82 |
| 44 | 9989.86 | 10040.09 | 100502.75 |
| 45 | 10018.81 | 10069.47 | 100505.69 |
| 46 | 10047.75 | 10098.85 | 100508.64 |
| 47 | 10076.69 | 10128.24 | 100511.60 |
| 48 | 10105.63 | 10157.63 | 100514.57 |
| 49 | 10134.57 | 10187.02 | 100517.54 |
| 50 | 10163.51 | 10216.41 | 100520.52 |
| 51 | 10192.45 | 10245.80 | 100523.51 |
| 52 | 10221.38 | 10275.20 | 100526.51 |
| 53 | 10250.32 | 10304.60 | 100529.52 |
| 54 | 10279.25 | 10334.00 | 100532.54 |
| 55 | 10308.19 | 10363.40 | 100535.57 |
| 56 | 10337.12 | 10392.80 | 100538.60 |
| 57 | 10366.05 | 10422.20 | 100541.64 |
| 58 | 10394.99 | 10451.60 | 100544.69 |
| 59 | 10423.92 | 10481.01 | 100547.75 |
| 60 | 10452.85 | 10510.42 | 100550.82 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99539.62 | 1038539.71 | 1043343.05 |
| 29 | 99536.83 | 1035382.74 | 1040200.66 |
| 28 | 99534.03 | 1032244.73 | 1037077.23 |
| 27 | 99531.22 | 1029125.51 | 1033972.59 |
| 26 | 99528.40 | 1026024.90 | 1030886.56 |
| 25 | 99525.57 | 1022942.76 | 1027818.99 |
| 24 | 99522.74 | 1019878.90 | 1024769.71 |
| 23 | 99519.90 | 1016833.16 | 1021738.55 |
| 22 | 99517.05 | 1013865.39 | 1018725.36 |
| 21 | 99514.19 | 1010795.42 | 1015729.98 |
| 20 | 99511.32 | 1007803.11 | 1012752.24 |
| 19 | 99508.44 | 1004828.28 | 1009792.00 |
| 18 | 99505.55 | 1001870.80 | 1006849.09 |
| 17 | 99502.66 | 998930.50 | 1003923.38 |
| 16 | 99499.76 | 996007.24 | 1001014.70 |
| 15 | 99496.85 | 993100.88 | 998122.91 |
| 14 | 99493.93 | 990211.25 | 995247.87 |
| 13 | 99491.00 | 987338.23 | 992389.43 |
| 12 | 99488.06 | 984481.66 | 989547.44 |
| 11 | 99485.12 | 981641.40 | 986721.76 |
| 10 | 99482.17 | 978817.32 | 983912.27 |
| 9 | 99479.21 | 976009.27 | 981118.80 |
| 8 | 99476.24 | 973217.13 | 978341.24 |
| 7 | 99473.26 | 970440.75 | 975579.44 |
| 6 | 99470.27 | 967680.00 | 972833.27 |
| 5 | 99467.28 | 964934.75 | 970102.60 |
| 4 | 99464.28 | 962204.86 | 967387.30 |
| 3 | 99461.27 | 959490.22 | 964687.24 |
| 2 | 99458.25 | 956790.68 | 962002.29 |
| 1 | 99455.22 | 954106.13 | 959332.33 |
| 0 | 99452.18 | 951436.45 | 956677.22 |

84

| 6 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 10452.85 | 10510.42 | 100550.82 |
| 1 | 10481.78 | 10539.83 | 100553.90 |
| 2 | 10510.70 | 10569.24 | 100556.99 |
| 3 | 10539.63 | 10598.66 | 100560.09 |
| 4 | 10568.56 | 10628.08 | 100563.20 |
| 5 | 10597.48 | 10657.50 | 100566.31 |
| 6 | 10626.41 | 10686.92 | 100569.43 |
| 7 | 10655.33 | 10716.34 | 100572.56 |
| 8 | 10684.25 | 10745.76 | 100575.70 |
| 9 | 10713.18 | 10775.19 | 100578.85 |
| 10 | 10742.10 | 10804.62 | 100582.01 |
| 11 | 10771.02 | 10834.05 | 100585.18 |
| 12 | 10799.94 | 10863.48 | 100588.35 |
| 13 | 10828.85 | 10892.91 | 100591.53 |
| 14 | 10857.77 | 10922.34 | 100594.72 |
| 15 | 10886.69 | 10951.78 | 100597.92 |
| 16 | 10915.60 | 10981.22 | 100601.13 |
| 17 | 10944.52 | 11010.66 | 100604.35 |
| 18 | 10973.43 | 11040.10 | 100607.58 |
| 19 | 11002.34 | 11069.54 | 100610.81 |
| 20 | 11031.26 | 11098.99 | 100614.05 |
| 21 | 11060.17 | 11128.44 | 100617.30 |
| 22 | 11089.08 | 11157.89 | 100620.56 |
| 23 | 11117.99 | 11187.34 | 100623.83 |
| 24 | 11146.89 | 11216.79 | 100627.11 |
| 25 | 11175.80 | 11246.25 | 100630.40 |
| 26 | 11204.71 | 11275.71 | 100633.70 |
| 27 | 11233.61 | 11305.17 | 100637.01 |
| 28 | 11262.52 | 11334.63 | 100640.32 |
| 29 | 11291.42 | 11364.09 | 100643.64 |
| 30 | 11320.32 | 11393.56 | 100646.97 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99452.18 | 951436.45 | 956677.22 |
| 59 | 99449.14 | 948781.49 | 954036.86 |
| 58 | 99446.09 | 946141.16 | 951411.10 |
| 57 | 99443.03 | 943515.31 | 948795.84 |
| 56 | 99439.96 | 940903.84 | 946202.96 |
| 55 | 99436.88 | 938306.63 | 943620.33 |
| 54 | 99433.79 | 935723.55 | 941051.84 |
| 53 | 99430.69 | 933154.50 | 938497.38 |
| 52 | 99427.59 | 930599.36 | 935956.82 |
| 51 | 99424.48 | 928058.02 | 933430.06 |
| 50 | 99421.36 | 925530.35 | 930916.99 |
| 49 | 99418.23 | 923016.27 | 928417.49 |
| 48 | 99415.09 | 920515.64 | 925931.45 |
| 47 | 99411.94 | 918028.38 | 923458.77 |
| 46 | 99408.79 | 915554.36 | 920999.34 |
| 45 | 99405.63 | 913093.48 | 918553.05 |
| 44 | 99402.46 | 910645.64 | 916119.80 |
| 43 | 99399.28 | 908210.74 | 913699.49 |
| 42 | 99396.09 | 905788.67 | 911292.00 |
| 41 | 99392.89 | 903379.33 | 908897.25 |
| 40 | 99389.69 | 900982.61 | 906515.12 |
| 39 | 99386.48 | 898598.43 | 904145.53 |
| 38 | 99383.26 | 896226.68 | 901788.37 |
| 37 | 99380.03 | 893867.26 | 899443.54 |
| 36 | 99376.79 | 891520.08 | 897110.95 |
| 35 | 99373.54 | 889185.05 | 894790.51 |
| 34 | 99370.28 | 886862.06 | 892482.11 |
| 33 | 99367.02 | 884551.03 | 890185.67 |
| 32 | 99363.75 | 882251.86 | 887901.09 |
| 31 | 99360.47 | 879964.46 | 885628.28 |
| 30 | 99357.18 | 877688.74 | 883367.15 |
| 83 | | | |

| 6 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 11320.32 | 11393.56 | 100646.97 |
| 31 | 11349.22 | 11423.03 | 100650.31 |
| 32 | 11378.12 | 11452.50 | 100653.66 |
| 33 | 11407.02 | 11481.97 | 100657.02 |
| 34 | 11435.92 | 11511.44 | 100660.39 |
| 35 | 11464.82 | 11540.91 | 100663.77 |
| 36 | 11493.71 | 11570.39 | 100667.15 |
| 37 | 11522.61 | 11599.87 | 100670.54 |
| 38 | 11551.51 | 11629.35 | 100673.94 |
| 39 | 11580.40 | 11658.83 | 100677.35 |
| 40 | 11609.29 | 11688.31 | 100680.77 |
| 41 | 11638.18 | 11717.80 | 100684.20 |
| 42 | 11667.07 | 11747.29 | 100687.64 |
| 43 | 11695.96 | 11776.78 | 100691.08 |
| 44 | 11724.85 | 11806.28 | 100694.53 |
| 45 | 11753.74 | 11835.78 | 100697.99 |
| 46 | 11782.63 | 11865.28 | 100701.46 |
| 47 | 11811.51 | 11894.78 | 100704.94 |
| 48 | 11840.40 | 11924.28 | 100708.43 |
| 49 | 11869.28 | 11953.78 | 100711.93 |
| 50 | 11898.16 | 11983.28 | 100715.44 |
| 51 | 11927.04 | 12012.79 | 100718.96 |
| 52 | 11955.93 | 12042.30 | 100722.48 |
| 53 | 11984.81 | 12071.81 | 100726.01 |
| 54 | 12013.68 | 12101.32 | 100729.55 |
| 55 | 12042.56 | 12130.84 | 100733.10 |
| 56 | 12071.44 | 12160.36 | 100736.66 |
| 57 | 12100.31 | 12189.88 | 100740.23 |
| 58 | 12129.19 | 12219.40 | 100743.81 |
| 59 | 12158.06 | 12248.93 | 100747.40 |
| 60 | 12186.93 | 12278.46 | 100750.99 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99357.18 | 877688.74 | 883367.15 |
| 29 | 99353.88 | 875424.61 | 881117.61 |
| 28 | 99350.58 | 873171.98 | 878879.57 |
| 27 | 99347.27 | 870930.77 | 876652.95 |
| 26 | 99343.95 | 868700.88 | 874437.66 |
| 25 | 99340.62 | 866482.23 | 872233.61 |
| 24 | 99337.28 | 864274.75 | 870040.71 |
| 23 | 99333.93 | 862078.33 | 867858.89 |
| 22 | 99330.57 | 859892.90 | 865688.05 |
| 21 | 99327.20 | 857718.38 | 863528.12 |
| 20 | 99323.83 | 855554.68 | 861379.01 |
| 19 | 99320.45 | 853401.72 | 859240.65 |
| 18 | 99317.06 | 851259.43 | 857112.95 |
| 17 | 99313.66 | 849127.72 | 854995.84 |
| 16 | 99310.25 | 847006.51 | 852889.23 |
| 15 | 99306.84 | 844895.73 | 850793.04 |
| 14 | 99303.42 | 842795.31 | 848707.21 |
| 13 | 99299.99 | 840705.15 | 846631.65 |
| 12 | 99296.55 | 838625.19 | 844566.29 |
| 11 | 99293.10 | 836555.36 | 842511.05 |
| 10 | 99289.64 | 834495.57 | 840465.86 |
| 9 | 99286.17 | 832445.77 | 838430.65 |
| 8 | 99282.70 | 830405.86 | 836405.54 |
| 7 | 99279.22 | 828375.79 | 834389.86 |
| 6 | 99275.73 | 826355.47 | 832384.15 |
| 5 | 99272.23 | 824344.85 | 830388.12 |
| 4 | 99268.72 | 822343.84 | 828401.71 |
| 3 | 99265.21 | 820352.39 | 826424.85 |
| 2 | 99261,69 | 818370.41 | 824457.48 |
| 1 | 99258.16 | 816397.86 | 822499.52 |
| 0 | 99254.62 | 814434.64 | 820550.90 |

83

| 7 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 12186.93 | 12278.46 | 100750.95 |
| 1 | 12215.81 | 12307.99 | 100754.59 |
| 2 | 12244.68 | 12337.52 | 100758.20 |
| 3 | 12273.55 | 12367.05 | 100761.82 |
| 4 | 12302.41 | 12396.58 | 100765.45 |
| 5 | 12331.28 | 12426.12 | 100769.09 |
| 6 | 12360.15 | 12455.66 | 100772.74 |
| 7 | 12389.01 | 12485.20 | 100776.39 |
| 8 | 12417.88 | 12514.74 | 100780.05 |
| 9 | 12446.74 | 12544.29 | 100783.72 |
| 10 | 12475.60 | 12573.84 | 100787.40 |
| 11 | 12504.46 | 12603.39 | 100791.09 |
| 12 | 12533.32 | 12632.94 | 100794.79 |
| 13 | 12562.18 | 12662.49 | 100798.50 |
| 14 | 12591.04 | 12692.05 | 100802.22 |
| 15 | 12619.90 | 12721.61 | 100805.95 |
| 16 | 12648.75 | 12751.17 | 100809.69 |
| 17 | 12677.61 | 12780.73 | 100813.43 |
| 18 | 12706.46 | 12810.29 | 100817.18 |
| 19 | 12735.31 | 12839.86 | 100820.94 |
| 20 | 12764.16 | 12869.43 | 100824.71 |
| 21 | 12793.01 | 12899.00 | 100828.49 |
| 22 | 12821.86 | 12928.57 | 100832.28 |
| 23 | 12850.71 | 12958.15 | 100836.07 |
| 24 | 12879.56 | 12987.73 | 100839.88 |
| 25 | 12908.41 | 13017.31 | 100843.70 |
| 26 | 12937.25 | 13046.89 | 100847.52 |
| 27 | 12966.09 | 13076.48 | 100851.35 |
| 28 | 12994.94 | 13106.07 | 100855.19 |
| 29 | 13023.78 | 13135.66 | 100859.04 |
| 30 | 13052.62 | 13165.25 | 100862.90 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99254.62 | 814434.64 | 820550.90 |
| 59 | 99251.07 | 812480.71 | 818611.57 |
| 58 | 99247.51 | 810535.99 | 816681.45 |
| 57 | 99243.94 | 808600.42 | 814760.48 |
| 56 | 99240.36 | 806673.94 | 812848.60 |
| 55 | 99236.78 | 804756.47 | 810945.73 |
| 54 | 99233.19 | 802847.96 | 809051.82 |
| 53 | 99229.59 | 800948.35 | 807166.81 |
| 52 | 99225.98 | 799057.56 | 805290.62 |
| 51 | 99222.36 | 797175.55 | 803423.21 |
| 50 | 99218.74 | 795302.24 | 801564.50 |
| 49 | 99215.11 | 793437.58 | 799714.45 |
| 48 | 99211.47 | 791581.51 | 797872.98 |
| 47 | 99207.82 | 789733.96 | 796040.03 |
| 46 | 99204.16 | 787894.89 | 794215.56 |
| 45 | 99200.49 | 786064.23 | 792399.50 |
| 44 | 99196.81 | 784241.91 | 790591.75 |
| 43 | 99193.13 | 782427.90 | 788792.38 |
| 42 | 99189.44 | 780622.12 | 787001.20 |
| 41 | 99185.74 | 778824.53 | 785218.21 |
| 40 | 99182.03 | 777035.06 | 783443.35 |
| 39 | 99178.31 | 775253.66 | 781676.56 |
| 38 | 99174.59 | 773480.28 | 779917.78 |
| 37 | 99170.86 | 771714.86 | 778166.97 |
| 36 | 99167.12 | 769957.35 | 776424.06 |
| 35 | 99163.37 | 768207.69 | 774689.01 |
| 34 | 99159.61 | 766465.84 | 772961.76 |
| 33 | 99155.84 | 764731.74 | 771242.27 |
| 32 | 99152.06 | 763005.33 | 769530.47 |
| 31 | 99148.28 | 761286.57 | 767826.31 |
| 30 | 99144.49 | 759575.41 | 766129.76 |

| 7 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 13052.62 | 13165.25 | 100862.90 |
| 31 | 13081.46 | 13194.84 | 100866.77 |
| 32 | 13110.30 | 13224.44 | 100870.65 |
| 33 | 13139.13 | 13254.04 | 100874.53 |
| 34 | 13167.97 | 13283.64 | 100878.42 |
| 35 | 13196.81 | 13313.24 | 100882.32 |
| 36 | 13225.64 | 13342.85 | 100886.23 |
| 37 | 13254.47 | 13372.46 | 100890.15 |
| 38 | 13283.30 | 13402.07 | 100894.08 |
| 39 | 13312.13 | 13431.68 | 100898.02 |
| 40 | 13340.96 | 13461.29 | 100901.97 |
| 41 | 13369.79 | 13490.91 | 100905.92 |
| 42 | 13398.62 | 13520.53 | 100909.88 |
| 43 | 13427.44 | 13550.15 | 100913.85 |
| 44 | 13456.27 | 13579.77 | 100917.83 |
| 45 | 13485.09 | 13609.40 | 100921.82 |
| 46 | 13513.92 | 13639.03 | 100925.82 |
| 47 | 13542.74 | 13668.66 | 100929.83 |
| 48 | 13571.56 | 13698.29 | 100933.85 |
| 49 | 13600.38 | 13727.93 | 100937.88 |
| 50 | 13629.19 | 13757.57 | 100941.92 |
| 51 | 13658.01 | 13787.21 | 100945.96 |
| 52 | 13686.83 | 13816.85 | 100950.01 |
| 53 | 13715.64 | 13846.50 | 100954.07 |
| 54 | 13744.45 | 13876.15 | 100958.14 |
| 55 | 13773.27 | 13905.80 | 100962.22 |
| 56 | 13802.08 | 13935.45 | 100966.31 |
| 57 | 13830.89 | 13965.10 | 100970.41 |
| 58 | 13859.70 | 13994.76 | 100974.52 |
| 59 | 13888.50 | 14024.42 | 100978.64 |
| 60 | 13917.31 | 14054.08 | 100982.76 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 99144.49 | 759575.41 | 766129.76 |
| 29 | 99140.69 | 757871.79 | 764440.75 |
| 28 | 99136.88 | 756175.67 | 762759.23 |
| 27 | 99133.06 | 754486.99 | 761085.16 |
| 26 | 99129.23 | 752805.71 | 759418.45 |
| 25 | 99125.39 | 751131.78 | 757759.16 |
| 24 | 99121.55 | 749465.14 | 756107.13 |
| 23 | 99117.70 | 747805.76 | 754462.36 |
| 22 | 99113.84 | 746153.57 | 752824.78 |
| 21 | 99109.97 | 744508.55 | 751194.37 |
| 20 | 99106.09 | 742870.64 | 749571.06 |
| 19 | 99102.21 | 741239.78 | 747954.82 |
| 18 | 99098.32 | 739615.95 | 746345.60 |
| 17 | 99094.42 | 737999.09 | 744743.35 |
| 16 | 99090.51 | 736389.16 | 743148.03 |
| 15 | 99086.59 | 734786.10 | 741559.59 |
| 14 | 99082.66 | 733189.89 | 739977.98 |
| 13 | 99078.72 | 731600.47 | 738403.18 |
| 12 | 99074.78 | 730017.80 | 736835.12 |
| 11 | 99070.83 | 728441.84 | 735273.77 |
| 10 | 99066.87 | 726872.55 | 733719.09 |
| 9 | 99062.90 | 725309.87 | 732171.02 |
| 8 | 99058.92 | 723753.78 | 730629.54 |
| 7 | 99054.93 | 722204.22 | 729094.60 |
| 6 | 99050.94 | 720661.16 | 727566.16 |
| 5 | 99046.94 | 719124.56 | 726044.17 |
| 4 | 99042.93 | 717594.37 | 724528.49 |
| 3 | 99038.91 | 716070.56 | 723019.40 |
| 2 | 99034.88 | 714553.08 | 721516.53 |
| 1 | 99030.84 | 713041.90 | 720019.96 |
| 0 | 99026.80 | 711536.97 | 718529.65 |

82

| 8 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 13917.31 | 14054.08 | 100982.76 |
| 1 | 13946.12 | 14083.74 | 100986.89 |
| 2 | 13974.92 | 14113.41 | 100991.03 |
| 3 | 14003.72 | 14143.08 | 100995.18 |
| 4 | 14032.52 | 14172.75 | 100999.34 |
| 5 | 14061.32 | 14202.43 | 101003.51 |
| 6 | 14090.12 | 14232.11 | 101007.69 |
| 7 | 14118.92 | 14261.79 | 101011.88 |
| 8 | 14147.72 | 14291.47 | 101016.07 |
| 9 | 14176.51 | 14321.15 | 101020.27 |
| 10 | 14205.31 | 14350.84 | 101024.48 |
| 11 | 14234.10 | 14380.53 | 101028.70 |
| 12 | 14262.89 | 14410.22 | 101032.93 |
| 13 | 14291.68 | 14439.91 | 101037.17 |
| 14 | 14320.47 | 14469.61 | 101041.42 |
| 15 | 14349.26 | 14499.31 | 101045.68 |
| 16 | 14378.05 | 14529.01 | 101049.95 |
| 17 | 14406.84 | 14558.71 | 101054.23 |
| 18 | 14435.62 | 14588.42 | 101058.51 |
| 19 | 14464.40 | 14618.13 | 101062.80 |
| 20 | 14493.19 | 14647.84 | 101067.10 |
| 21 | 14521.97 | 14677.55 | 101071.41 |
| 22 | 14550.75 | 14707.27 | 101075.73 |
| 23 | 14579.53 | 14736.99 | 101080.06 |
| 24 | 14608.30 | 14766.71 | 101084.40 |
| 25 | 14637.08 | 14796.44 | 101088.75 |
| 26 | 14665.85 | 14826.17 | 101093.11 |
| 27 | 14694.63 | 14855.90 | 101097.47 |
| 28 | 14723.40 | 14885.63 | 101101.84 |
| 29 | 14752.17 | 14915.36 | 101106.22 |
| 30 | 14780.94 | 14945.10 | 101110.61 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 99026.80 | 711536.97 | 718529.65 |
| 59 | 99022.75 | 710038.26 | 717045.56 |
| 58 | 99018.69 | 708545.73 | 715567.64 |
| 57 | 99014.62 | 707059.34 | 714095.87 |
| 56 | 99010.54 | 705579.05 | 712630.19 |
| 55 | 99006.45 | 704104.82 | 711170.58 |
| 54 | 99002.36 | 702636.62 | 709717.00 |
| 53 | 98998.26 | 701174.41 | 708269.41 |
| 52 | 98994.15 | 699718.06 | 706827.77 |
| 51 | 98990.03 | 698267.81 | 705392.05 |
| 50 | 98985.90 | 696823.35 | 703962.20 |
| 49 | 98981.76 | 695384.73 | 702538.20 |
| 48 | 98977.62 | 693951.92 | 701120.01 |
| 47 | 98973.47 | 692524.89 | 699707.60 |
| 46 | 98969.31 | 691103.59 | 698300.92 |
| 45 | 98965.14 | 689687.99 | 696899.94 |
| 44 | 98960.96 | 688278.07 | 695504.64 |
| 43 | 98956.77 | 686873.78 | 694114.96 |
| 42 | 98952.57 | 685475.08 | 692730.89 |
| 41 | 98948.37 | 684081.96 | 691352.39 |
| 40 | 98944.16 | 682694.37 | 689979.42 |
| 39 | 98939.94 | 681312.27 | 688611.95 |
| 38 | 98935.71 | 679935.65 | 687249.95 |
| 37 | 98931.47 | 678564.46 | 685893.38 |
| 36 | 98927.23 | 677198.67 | 684542.22 |
| 35 | 98922.98 | 675838.26 | 683196.42 |
| 34 | 98918.72 | 674483.18 | 681855.97 |
| 33 | 98914.45 | 673133.41 | 680520.82 |
| 32 | 98910.17 | 671788.91 | 679190.95 |
| 31 | 98905.88 | 670449.66 | 677866.32 |
| 30 | 98901.58 | 669115.62 | 676546.01 |

| 8 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 14780.94 | 14945.10 | 101110.61 |
| 31 | 14809.71 | 14974.84 | 101115.01 |
| 32 | 14838.48 | 15004.58 | 101119.42 |
| 33 | 14867.24 | 15034.33 | 101123.84 |
| 34 | 14896.01 | 15064.08 | 101128.27 |
| 35 | 14924.77 | 15093.83 | 101132.71 |
| 36 | 14953.53 | 15123.58 | 101137.15 |
| 37 | 14982.30 | 15153.33 | 101141.60 |
| 38 | 15011.06 | 15183.09 | 101146.06 |
| 39 | 15039.81 | 15212.85 | 101150.53 |
| 40 | 15068.57 | 15242.61 | 101155.01 |
| 41 | 15097.33 | 15272.38 | 101159.50 |
| 42 | 15126.08 | 15302.15 | 101164.00 |
| 43 | 15154.84 | 15331.92 | 101168.51 |
| 44 | 15183.59 | 15361.89 | 101173.03 |
| 45 | 15212.34 | 15391.47 | 101177.56 |
| 46 | 15241.09 | 15421.25 | 101182.09 |
| 47 | 15269.84 | 15451.03 | 101186.63 |
| 48 | 15298.58 | 15480.82 | 101191.18 |
| 49 | 15327.33 | 15510.61 | 101195.74 |
| 50 | 15356.07 | 15540.40 | 101200.31 |
| 51 | 15384.82 | 15570.19 | 101204.89 |
| 52 | 15413.56 | 15599.98 | 101209.48 |
| 53 | 15442.30 | 15629.78 | 101214.08 |
| 54 | 15471.04 | 15659.58 | 101218.69 |
| 55 | 15499.78 | 15689.38 | 101223.31 |
| 56 | 15528.51 | 15719.19 | 101227.93 |
| 57 | 15557.25 | 15749.00 | 101232.56 |
| 58 | 15585.98 | 15778.81 | 101237.20 |
| 59 | 15614.72 | 15808.62 | 101241.85 |
| 60 | 15643.45 | 15838.44 | 101246.51 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 98901.58 | 669115.62 | 676546.91 |
| 29 | 98897.28 | 667786.77 | 675232.68 |
| 28 | 98892.97 | 666463.07 | 673923.60 |
| 27 | 98888.65 | 665144.49 | 672619.65 |
| 26 | 98884.32 | 663831.00 | 671320.79 |
| 25 | 98879.98 | 662522.58 | 670026.99 |
| 24 | 98875.63 | 661219.19 | 668738.22 |
| 23 | 98871.28 | 659920.80 | 667454.46 |
| 22 | 98866.92 | 658627.39 | 666175.68 |
| 21 | 98862.55 | 657338.92 | 664901.84 |
| 20 | 98858.17 | 656055.38 | 663632.93 |
| 19 | 98853.78 | 654776.72 | 662368.90 |
| 18 | 98849.38 | 653502.93 | 661109.73 |
| 17 | 98844.98 | 652233.96 | 659855.40 |
| 16 | 98840.57 | 650969.81 | 658605.87 |
| 15 | 98836.15 | 649710.43 | 657361.12 |
| 14 | 98831.72 | 648455.81 | 656121.13 |
| 13 | 98827.28 | 647205.91 | 654885.86 |
| 12 | 98822.83 | 645960.70 | 653655.28 |
| 11 | 98818.38 | 644720.17 | 652429.38 |
| 10 | 98813.92 | 643484.28 | 651208.12 |
| 9 | 98809.45 | 642253.01 | 649991.48 |
| 8 | 98804.97 | 641026.33 | 648779.44 |
| 7 | 98800.48 | 639804.22 | 647571.95 |
| 6 | 98795.98 | 638586.65 | 646369.01 |
| 5 | 98791.48 | 637373.59 | 645170.59 |
| 4 | 98786.97 | 636165.02 | 643976.66 |
| 3 | 98782.45 | 634960.92 | 642787.19 |
| 2 | 98777.92 | 633761.26 | 641602.16 |
| 1 | 98773.38 | 632566.01 | 640421.54 |
| 0 | 98768.83 | 631375.15 | 639245.32 |
| 81 | | | |

| 9 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 15643.45 | 15838.44 | 101246.51 |
| 1 | 15672.18 | 15868.26 | 101251.18 |
| 2 | 15700.91 | 15898.08 | 101255.86 |
| 3 | 15729.63 | 15927.91 | 101260.55 |
| 4 | 15758.36 | 15957.74 | 101265.25 |
| 5 | 15787.08 | 15987.57 | 101269.96 |
| 6 | 15815.81 | 16017.40 | 101274.67 |
| 7 | 15844.53 | 16047.24 | 101279.39 |
| 8 | 15873.25 | 16077.08 | 101284.12 |
| 9 | 15901.97 | 16106.92 | 101288.86 |
| 10 | 15930.69 | 16136.77 | 101293.61 |
| 11 | 15959.40 | 16166.62 | 101298.37 |
| 12 | 15988.12 | 16196.47 | 101303.14 |
| 13 | 16016.83 | 16226.32 | 101307.92 |
| 14 | 16045.55 | 16256.17 | 101312.71 |
| 15 | 16074.26 | 16286.03 | 101317.51 |
| 16 | 16102.97 | 16315.89 | 101322.31 |
| 17 | 16131.67 | 16345.76 | 101327.12 |
| 18 | 16160.38 | 16375.63 | 101331.94 |
| 19 | 16189.09 | 16405.50 | 101336.77 |
| 20 | 16217.79 | 16435.37 | 101341.61 |
| 21 | 16246.50 | 16465.25 | 101346.46 |
| 22 | 16275.20 | 16495.13 | 101351.32 |
| 23 | 16303.90 | 16525.01 | 101356.19 |
| 24 | 16332.60 | 16554.89 | 101361.07 |
| 25 | 16361.29 | 16584.78 | 101365.95 |
| 26 | 16389.99 | 16614.67 | 101370.84 |
| 27 | 16418.68 | 16644.56 | 101375.74 |
| 28 | 16447.38 | 16674.46 | 101380.65 |
| 29 | 16476.07 | 16704.36 | 101385.57 |
| 30 | 16504.76 | 16734.26 | 101390.50 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 98768.83 | 631375.15 | 639245.32 |
| 59 | 98764.28 | 630188.66 | 638073.47 |
| 58 | 98759.72 | 629006.51 | 636905.95 |
| 57 | 98755.15 | 627828.68 | 635742.76 |
| 56 | 98750.57 | 626655.14 | 634583.86 |
| 55 | 98745.98 | 625485.88 | 633429.23 |
| 54 | 98741.38 | 624320.86 | 632278.84 |
| 53 | 98736.77 | 623160.07 | 631132.69 |
| 52 | 98732.16 | 622003.47 | 629990.73 |
| 51 | 98727.54 | 620851.06 | 628852.95 |
| 50 | 98722.91 | 619702.79 | 627719.33 |
| 49 | 98718.27 | 618558.67 | 626589.84 |
| 48 | 98713.62 | 617418.65 | 625464.46 |
| 47 | 98708.97 | 616282.72 | 624343.16 |
| 46 | 98704.31 | 615150.85 | 623225.94 |
| 45 | 98699.64 | 614023.03 | 622112.75 |
| 44 | 98694.96 | 612899.23 | 621003.59 |
| 43 | 98690.27 | 611779.43 | 619898.43 |
| 42 | 98685.57 | 610663.60 | 618797.25 |
| 41 | 98680.86 | 609551.74 | 617700.03 |
| 40 | 98676.15 | 608443.81 | 616606.74 |
| 39 | 98671.43 | 607339.79 | 615517.36 |
| 38 | 98666.70 | 606239.67 | 614431.89 |
| 37 | 98661.96 | 605143.43 | 613350.28 |
| 36 | 98657.21 | 604051.03 | 612272.53 |
| 35 | 98652.46 | 602962.47 | 611198.61 |
| 34 | 98647.70 | 601877.72 | 610128.50 |
| 33 | 98642.93 | 600796.76 | 609062.19 |
| 32 | 98638.15 | 599719.57 | 607999.64 |
| 31 | 98633.36 | 598646.14 | 606940.85 |
| 30 | 98628.56 | 597576.44 | 605885.80 |
| 80 | | | |

| 9 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 16504.76 | 16734.26 | 101390.50 |
| 31 | 16533.45 | 16764.16 | 101395.44 |
| 32 | 16562.14 | 16794.07 | 101400.39 |
| 33 | 16590.82 | 16823.98 | 101405.35 |
| 34 | 16619.51 | 16853.89 | 101410.32 |
| 35 | 16648.19 | 16883.81 | 101415.30 |
| 36 | 16676.87 | 16913.73 | 101420.29 |
| 37 | 16705.55 | 16943.65 | 101425.29 |
| 38 | 16734.23 | 16973.58 | 101430.29 |
| 39 | 16762.91 | 17003.51 | 101435.30 |
| 40 | 16791.59 | 17033.44 | 101440.32 |
| 41 | 16820.26 | 17063.37 | 101445.35 |
| 42 | 16848.94 | 17093.31 | 101450.39 |
| 43 | 16877.61 | 17123.25 | 101455.44 |
| 44 | 16906.28 | 17153.19 | 101460.50 |
| 45 | 16934.95 | 17183.14 | 101465.57 |
| 46 | 16963.62 | 17213.09 | 101470.64 |
| 47 | 16992.28 | 17243.04 | 101475.72 |
| 48 | 17020.95 | 17273.00 | 101480.81 |
| 49 | 17049.61 | 17302.96 | 101485.91 |
| 50 | 17078.28 | 17332.92 | 101491.02 |
| 51 | 17106.94 | 17362.88 | 101496.14 |
| 52 | 17135.60 | 17392.85 | 101501.27 |
| 53 | 17164.25 | 17422.82 | 101506.41 |
| 54 | 17192.91 | 17452.79 | 101511.56 |
| 55 | 17221.56 | 17482.77 | 101516.72 |
| 56 | 17250.22 | 17512.75 | 101521.89 |
| 57 | 17278.87 | 17542.73 | 101527.07 |
| 58 | 17307.52 | 17572.72 | 101532.26 |
| 59 | 17336.17 | 17602.71 | 101537.46 |
| 60 | 17364.82 | 17632.76 | 101542.67 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 98628.56 | 597576.44 | 605885.80 |
| 29 | 98623.75 | 596510.45 | 604834.45 |
| 28 | 98618.94 | 595448.15 | 603786.80 |
| 27 | 98614.12 | 594389.52 | 602742.82 |
| 26 | 98609.29 | 593334.55 | 601702.50 |
| 25 | 98604.45 | 592283.22 | 600665.81 |
| 24 | 98599.60 | 591235.50 | 599632.74 |
| 23 | 98594.74 | 590191.38 | 598603.26 |
| 22 | 98589.88 | 589150.84 | 597577.37 |
| 21 | 98585.01 | 588113.86 | 596555.04 |
| 20 | 98580.13 | 587080.42 | 595536.25 |
| 19 | 98575.24 | 586050.51 | 594520.98 |
| 18 | 98570.34 | 585024.10 | 593509.22 |
| 17 | 98565.44 | 584001.17 | 592500.95 |
| 16 | 98560.53 | 582981.72 | 591496.14 |
| 15 | 98555.61 | 581965.72 | 590494.79 |
| 14 | 98550.68 | 580953.15 | 589496.88 |
| 13 | 98545.74 | 579944.00 | 588502.38 |
| 12 | 98540.79 | 578938.25 | 587511.28 |
| 11 | 98535.83 | 577935.88 | 586523.56 |
| 10 | 98530.87 | 576936.88 | 585539.20 |
| 9 | 98525.90 | 575941.22 | 584558.20 |
| 8 | 98520.92 | 574948.89 | 583580.53 |
| 7 | 98515.93 | 573959.88 | 582606.17 |
| 6 | 98510.93 | 572974.16 | 581635.10 |
| 5 | 98505.92 | 571991.73 | 580667.32 |
| 4 | 98500.91 | 571012.56 | 579702.80 |
| 3 | 98495.89 | 570036.63 | 578741.53 |
| 2 | 98490.86 | 569063.94 | 577783.50 |
| 1 | 98485.82 | 568094.46 | 576828.67 |
| 0 | 98480.77 | 567128.18 | 575877.05 |

80

| 10 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 17364.82 | 17632.70 | 101542.67 |
| 1 | 17393.46 | 17662.69 | 101547.88 |
| 2 | 17422.11 | 17692.69 | 101553.10 |
| 3 | 17450.75 | 17722.69 | 101558.33 |
| 4 | 17479.39 | 17752.69 | 101563.57 |
| 5 | 17508.03 | 17782.70 | 101568.82 |
| 6 | 17536.67 | 17812.71 | 101574.08 |
| 7 | 17565.31 | 17842.72 | 101579.35 |
| 8 | 17593.95 | 17872.74 | 101584.63 |
| 9 | 17622.58 | 17902.76 | 101589.92 |
| 10 | 17651.21 | 17932.78 | 101595.21 |
| 11 | 17679.84 | 17962.81 | 101600.51 |
| 12 | 17708.47 | 17992.84 | 101605.82 |
| 13 | 17737.10 | 18022.87 | 101611.14 |
| 14 | 17765.73 | 18052.91 | 101616.47 |
| 15 | 17794.35 | 18082.95 | 101621.81 |
| 16 | 17822.98 | 18112.99 | 101627.16 |
| 17 | 17851.60 | 18143.03 | 101632.52 |
| 18 | 17880.22 | 18173.08 | 101637.89 |
| 19 | 17908.84 | 18203.13 | 101643.27 |
| 20 | 17937.46 | 18233.18 | 101648.66 |
| 21 | 17966.07 | 18263.24 | 101654.06 |
| 22 | 17994.69 | 18293.30 | 101659.46 |
| 23 | 18023.30 | 18323.36 | 101664.87 |
| 24 | 18051.91 | 18353.43 | 101670.29 |
| 25 | 18080.52 | 18383.50 | 101675.72 |
| 26 | 18109.13 | 18413.57 | 101681.16 |
| 27 | 18137.74 | 18443.65 | 101686.61 |
| 28 | 18166.35 | 18473.73 | 101692.07 |
| 29 | 18194.95 | 18503.81 | 101697.54 |
| 30 | 18223.55 | 18533.90 | 101703.02 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 98480.77 | 567128.18 | 575877.05 |
| 59 | 98475.71 | 566165.09 | 574928.61 |
| 58 | 98470.65 | 565205.16 | 573983.33 |
| 57 | 98465.58 | 564248.38 | 573041.21 |
| 56 | 98460.50 | 563294.74 | 572102.23 |
| 55 | 98455.41 | 562344.21 | 571166.36 |
| 54 | 98450.31 | 561396.80 | 570233.60 |
| 53 | 98445.21 | 560452.47 | 569303.93 |
| 52 | 98440.10 | 559511.21 | 568377.34 |
| 51 | 98434.98 | 558573.02 | 567453.80 |
| 50 | 98429.85 | 557637.86 | 566533.31 |
| 49 | 98424.71 | 556705.74 | 565615.84 |
| 48 | 98419.56 | 555776.63 | 564701.40 |
| 47 | 98414.40 | 554850.52 | 563789.95 |
| 46 | 98409.24 | 553927.40 | 562881.48 |
| 45 | 98404.07 | 553007.24 | 561975.99 |
| 44 | 98398.89 | 552090.05 | 561073.45 |
| 43 | 98393.70 | 551175.79 | 560173.86 |
| 42 | 98388.50 | 550264.46 | 559277.19 |
| 41 | 98383.29 | 549356.04 | 558383.43 |
| 40 | 98378.08 | 548450.52 | 557492.58 |
| 39 | 98372.86 | 547547.88 | 556604.60 |
| 38 | 98367.63 | 546648.12 | 555719.50 |
| 37 | 98362.39 | 545751.21 | 554837.26 |
| 36 | 98357.14 | 544857.15 | 553957.86 |
| 35 | 98351.89 | 543965.92 | 553081.29 |
| 34 | 98346.63 | 543077.50 | 552207.54 |
| 33 | 98341.36 | 542191.88 | 551336.59 |
| 32 | 98336.08 | 541309.06 | 550468.43 |
| 31 | 98330.79 | 540429.01 | 549603.05 |
| 30 | 98325.49 | 539551.72 | 548740.43 |

| 10 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 18223.55 | 18533.90 | 101703.02 |
| 31 | 18252.15 | 18563.99 | 101708.51 |
| 32 | 18280.75 | 18594.08 | 101714.01 |
| 33 | 18309.35 | 18624.18 | 101719.52 |
| 34 | 18337.95 | 18654.28 | 101725.04 |
| 35 | 18366.54 | 18684.38 | 101730.56 |
| 36 | 18395.13 | 18714.49 | 101736.09 |
| 37 | 18423.73 | 18744 60 | 101741.63 |
| 38 | 18452.32 | 18774.71 | 101747.18 |
| 39 | 18480.91 | 18804.83 | 101752.74 |
| 40 | 18509.49 | 18834.95 | 101758.31 |
| 41 | 18538.08 | 18865'07 | 101763.89 |
| 42 | 18566.66 | 18895.20 | 101769.48 |
| 43 | 18595.24 | 18925.33 | 101775.08 |
| 44 | 18623.82 | 18955.46 | 101780.69 |
| 45 | 18652.40 | 18985.59 | 101786.31 |
| 46 | 18680.98 | 19015.73 | 101791.94 |
| 47 | 18709.56 | 19045.87 | 101797.58 |
| 48 | 18738.13 | 19076.02 | 101803.22 |
| 49 | 18766.70 | 19106.17 | 101808.87 |
| 50 | 18795.27 | 19136.32 | 101814.53 |
| 51 | 18823.84 | 19166.48 | 101820.20 |
| 52 | 18852.41 | 19196.64 | 101828.88 |
| 53 | 18880.98 | 19226.80 | 101831.57 |
| 54 | 18909.54 | 19256.96 | 101837.27 |
| 55 | 18938.11 | 19287.13 | 101842.98 |
| 56 | 18966.67 | 19317.30 | 101848.70 |
| 57 | 18995.23 | 19347.48 | 101854.43 |
| 58 | 19023.79 | 19377.66 | 101860.17 |
| 59 | 19052.34 | 19407.84 | 101865.92 |
| 60 | 19080.90 | 19438.03 | 101871.68 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 98325.49 | 539551.72 | 548740.43 |
| 29 | 98320.18 | 538677.18 | 547880.55 |
| 28 | 98314.87 | 537805.38 | 547023.42 |
| 27 | 98309.55 | 536936.30 | 546169.01 |
| 26 | 98304.22 | 536069.93 | 545317.31 |
| 25 | 98298.88 | 535206.26 | 544468.31 |
| 24 | 98293.53 | 534345.27 | 543621.99 |
| 23 | 98288.17 | 533486.96 | 542778.35 |
| 22 | 98282.81 | 532631.31 | 541937.37 |
| 21 | 98277.44 | 531778.30 | 541099.03 |
| 20 | 98272.06 | 530927.93 | 540263.33 |
| 19 | 98266.67 | 530080. 18 | 539430.26 |
| 18 | 98261.27 | 529235.05 | 538599.79 |
| 17 | 98255.87 | 528392.51 | 537771.92 |
| 16 | 98250.46 | 527552.55 | 536946.64 |
| 15 | 98245.04 | 526715.17 | 536123.93 |
| 14 | 98239.61 | 525880.35 | 535303.79 |
| 13 | 98234.17 | 525048.09 | 534486.20 |
| 12 | 98228.72 | 524218.36 | 533671.14 |
| 11 | 98223.27 | 523391.16 | 532858.61 |
| 10 | 98217.81 | 522566.47 | 532048.60 |
| 9 | 98212.34 | 521744.28 | 531241.09 |
| 8 | 98206.86 | 520924.59 | 530436.08 |
| 7 | 98201.37 | 520107. 38 | 529633.54 |
| 6 | 98195.87 | 519292.64 | 528833.47 |
| 5 | 98190.36 | 518480.35 | 528035.87 |
| 4 | 98184.85 | 517670.51 | 527240.79 |
| 3 | 98179.33 | 516863.11 | 526447.98 |
| 2 | 98173.80 | 516058.13 | 525657.68 |
| 1 | 98168.26 | 515255.57 | 524869.79 |
| 0 | 98162.71 | 514455.40 | 524084.31 |

79

| II | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 19080.90 | 19438.03 | 101871.68 |
| 1 | 19109.45 | 19468.22 | 101877.44 |
| 2 | 19138.00 | 19498.41 | 101883.21 |
| 3 | 19166.55 | 19528.61 | 101888.99 |
| 4 | 19195.10 | 19558.81 | 101894.78 |
| 5 | 19223.65 | 19589.01 | 101900.58 |
| 6 | 19252,20 | 19619.22 | 101906.39 |
| 7 | 19280.74 | 19649.43 | 101912.21 |
| 8 | 19309.28 | 19679.64 | 101918.04 |
| 9 | 19337.82 | 19709.86 | 101923.88 |
| 10 | 19366.36 | 19740.08 | 101929.73 |
| 11 | 19394.90 | 19770.30 | 101935.59 |
| 12 | 19423.44 | 19800.53 | 101941.46 |
| 13 | 19451.97 | 19830.76 | 101947.34 |
| 14 | 19480.50 | 19861.00 | 101953.23 |
| 15 | 19509.03 | 19891.24 | 101959.12 |
| 16 | 19537.56 | 19921.48 | 101965.01 |
| 17 | 19566.09 | 19951.72 | 101970.93 |
| 18 | 19594.61 | 19981.97 | 101976.85 |
| 19 | 19623.14 | 20012.22 | 101982.78 |
| 20 | 19651.66 | 20042.48 | 101988.72 |
| 21 | 19680.18 | 20072.74 | 101994.67 |
| 22 | 19708.70 | 20103.00 | 102000.63 |
| 23 | 19737.22 | 20133.27 | 102006.60 |
| 24 | 19765.73 | 20163.54 | 102012.58 |
| 25 | 19794.25 | 20193.81 | 102018.57 |
| 26 | 19822.76 | 20224.09 | 102024.57 |
| 27 | 19851.27 | 20254.37 | 102030.58 |
| 28 | 19879.78 | 20284.65 | 102036.60 |
| 29 | 19908.29 | 20314.94 | 102042.63 |
| 30 | 19936.79 | 20345.23 | 102048.67 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 98162.71 | 514455.40 | 524084.31 |
| 59 | 98157.16 | 513657.63 | 523301.21 |
| 58 | 98151.60 | 512862.24 | 522520.50 |
| 57 | 98146.03 | 512069.21 | 521742.16 |
| 56 | 98140.45 | 511278.55 | 520966.18 |
| 55 | 98134.86 | 510490.24 | 520192.54 |
| 54 | 98129.26 | 509704.26 | 519421.25 |
| 53 | 98123.66 | 508920.61 | 518652.28 |
| 52 | 98118.05 | 508139.28 | 517885.63 |
| 51 | 98112.43 | 507360.25 | 517121.28 |
| 50 | 98106.80 | 506583.52 | 516359.24 |
| 49 | 98101.16 | 505809.07 | 515599.48 |
| 48 | 98095.51 | 505036.90 | 514841.99 |
| 47 | 98089.86 | 504267.00 | 514086.77 |
| 46 | 98084.20 | 503499.35 | 513333.81 |
| 45 | 98078.53 | 502733.95 | 512583.09 |
| 44 | 98072.85 | 501970.78 | 511834.61 |
| 43 | 98067.16 | 501209.84 | 511088.35 |
| 42 | 98061.46 | 500451.11 | 510344.31 |
| 41 | 98055.76 | 499694.59 | 509602.48 |
| 40 | 98050.05 | 498940.27 | 508862.84 |
| 39 | 98044.33 | 498188.13 | 508125.39 |
| 38 | 98038.60 | 497438.17 | 507390.12 |
| 37 | 98032.86 | 496690.37 | 506657.01 |
| 36 | 98027.11 | 495944.74 | 505926.06 |
| 35 | 98021.36 | 495201.25 | 505197.26 |
| 34 | 98015.60 | 494459.90 | 504470.60 |
| 33 | 98009.83 | 493720.68 | 503746.07 |
| 32 | 98004.05 | 492983.58 | 503023.67 |
| 31 | 97998.26 | 492248.59 | 502303.37 |
| 30 | 97992.47 | 491515.70 | 501585.17 |
| 78 | | | |

| II | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 19936.79 | 20345.23 | 102048.67 |
| 31 | 19965.30 | 20375.52 | 102054.71 |
| 32 | 19993.80 | 20405.82 | 102060.76 |
| 33 | 20022.30 | 20436.12 | 102066.82 |
| 34 | 20050.80 | 10466.43 | 102072.89 |
| 35 | 20079.30 | 20496.74 | 102078.97 |
| 36 | 20107.79 | 20527.05 | 102085.06 |
| 37 | 20136.29 | 20557.37 | 102091.16 |
| 38 | 20164.78 | 20587.69 | 102097.27 |
| 39 | 20193.27 | 20618.01 | 102103.39 |
| 40 | 20221.76 | 20648.34 | 102109.52 |
| 41 | 20250.24 | 20678.67 | 102115.66 |
| 42 | 20278.73 | 20709.00 | 102121.81 |
| 43 | 20307.21 | 20739.34 | 102127.97 |
| 44 | 20335.69 | 20769.68 | 102134.14 |
| 45 | 20364.17 | 20800.03 | 102140.32 |
| 46 | 20392.65 | 20830.38 | 102146.50 |
| 47 | 20421.13 | 20860.73 | 102152.69 |
| 48 | 20449.61 | 20891.09 | 102158.89 |
| 49 | 20478.08 | 20921.45 | 102165.10 |
| 50 | 20506.55 | 20951.81 | 102171.32 |
| 51 | 20535.02 | 20982.18 | 102177.55 |
| 52 | 20563.49 | 21012.55 | 102183.79 |
| 53 | 20591.95 | 21042.93 | 102190.04 |
| 54 | 20620.42 | 21073.31 | 102196.30 |
| 55 | 20648.88 | 21103.69 | 102202.57 |
| 56 | 20677.34 | 21134.07 | 102208.85 |
| 57 | 20705.80 | 21164.46 | 102215.14 |
| 58 | 20734.26 | 21194.85 | 102221.44 |
| 59 | 20762.71 | 21225.25 | 102227.75 |
| 60 | 20791.17 | 21255.65 | 102234.07 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 97992.47 | 491515.70 | 501585.17 |
| 29 | 97986.67 | 490784.91 | 500869.07 |
| 28 | 97980.86 | 490056.20 | 500155.05 |
| 27 | 97975.04 | 489329.56 | 499443.11 |
| 26 | 97969.21 | 488604.99 | 498733.23 |
| 25 | 97963.37 | 487882.48 | 498025.41 |
| 24 | 97957.52 | 487162.01 | 497319.64 |
| 23 | 97951.67 | 486443.59 | 496615.91 |
| 22 | 97945.81 | 485727.19 | 495914.21 |
| 21 | 97939.94 | 485012.82 | 495214.53 |
| 20 | 97934.06 | 484300.45 | 494516.87 |
| 19 | 97928.17 | 483590.10 | 493821.20 |
| 18 | 97922.28 | 482881.74 | 493127.54 |
| 17 | 97916.38 | 482175.36 | 492435.86 |
| 16 | 97910.47 | 481470.96 | 491746.16 |
| 15 | 97904.55 | 480768.54 | 491058.44 |
| 14 | 97898.62 | 480068.08 | 490372.67 |
| 13 | 97892.68 | 479369.57 | 489688.86 |
| 12 | 97886.74 | 478673.00 | 489007.00 |
| 11 | 97880.79 | 477978.37 | 488327.07 |
| 10 | 97874.83 | 477285.67 | 487649.07 |
| 9 | 97868.86 | 476594.90 | 486972.99 |
| 8 | 97862.88 | 475906.03 | 486298.83 |
| 7 | 97856.89 | 475219.07 | 485626.57 |
| 6 | 97850.90 | 474534.01 | 484956.21 |
| 5 | 97844.90 | 473850.83 | 484287.74 |
| 4 | 97838.89 | 473169.54 | 483621.14 |
| 3 | 97832.87 | 472490.12 | 482956.43 |
| 2 | 97826.84 | 471812.56 | 482293.57 |
| 1 | 97820.80 | 471136.86 | 481632.58 |
| 0 | 97814.76 | 470463.01 | 480973.43 |
| 78 | | | |

| 12 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 20791.17 | 21255.65 | 102234.07 |
| 1 | 20819.62 | 21286.06 | 102240.40 |
| 2 | 20848.07 | 21316.47 | 102246.73 |
| 3 | 20876.52 | 21346.88 | 102253.07 |
| 4 | 20904.97 | 21377.30 | 102259.42 |
| 5 | 20933.41 | 21407.72 | 102265.78 |
| 6 | 20961.86 | 21438.14 | 102272.15 |
| 7 | 20990.30 | 21468.57 | 102278.53 |
| 8 | 21018.74 | 21499.00 | 102284.92 |
| 9 | 21047.18 | 21529.44 | 102291.32 |
| 10 | 21075.61 | 21559.88 | 102297.73 |
| 11 | 21104.05 | 21590.32 | 102304.15 |
| 12 | 21132.48 | 21620.77 | 102310.58 |
| 13 | 21160.91 | 21651.22 | 102317.02 |
| 14 | 21189.34 | 21681.67 | 102323.47 |
| 15 | 21217.77 | 21712.13 | 102329.93 |
| 16 | 21246.19 | 21742.59 | 102336.40 |
| 17 | 21274.62 | 21773.06 | 102342.88 |
| 18 | 21303.04 | 21803.53 | 102349.37 |
| 19 | 21331.46 | 21834.00 | 102355.87 |
| 20 | 21359.88 | 21864.48 | 102362.38 |
| 21 | 21388.29 | 21894.96 | 102368.90 |
| 22 | 21416.71 | 21925.44 | 102375.43 |
| 23 | 21445.12 | 21955.93 | 102381.96 |
| 24 | 21473.53 | 21986.42 | 102388.50 |
| 25 | 21501.94 | 22016.92 | 102395.05 |
| 26 | 21530.35 | 22047.42 | 102401.61 |
| 27 | 21558.76 | 22077.93 | 102408.18 |
| 28 | 21587.16 | 22108.44 | 102414.76 |
| 29 | 21615.56 | 22138.95 | 102421.35 |
| 30 | 21643.96 | 22169.47 | 102427.95 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 97814.76 | 470463.01 | 480973.43 |
| 59 | 97808.71 | 469791.00 | 480316.13 |
| 58 | 97802.65 | 469120.83 | 479660.66 |
| 57 | 97796.58 | 468452.48 | 479007.02 |
| 56 | 97790.50 | 467785.95 | 478355.20 |
| 55 | 97784.41 | 467121.24 | 477705.19 |
| 54 | 97778.32 | 466458.32 | 477056.99 |
| 53 | 97772.22 | 465797.21 | 476410.58 |
| 52 | 97766.11 | 465137.88 | 475765.96 |
| 51 | 97759.99 | 464480.34 | 475123.12 |
| 50 | 97753.86 | 463824.57 | 474482.06 |
| 49 | 97747.73 | 463170.56 | 473842.77 |
| 48 | 97741.59 | 462518.32 | 473205.23 |
| 47 | 97735.44 | 461867.83 | 472569.45 |
| 46 | 97729.28 | 461219.80 | 471935.42 |
| 45 | 97723.11 | 460572.07 | 471303.13 |
| 44 | 97716.93 | 459926.80 | 470672.56 |
| 43 | 97710.75 | 459283.25 | 470043.72 |
| 42 | 97704.56 | 458641.41 | 469416.60 |
| 41 | 97698.36 | 458001.29 | 468791.19 |
| 40 | 97692.15 | 457362.87 | 468167.48 |
| 39 | 97685.93 | 456726.14 | 467545.48 |
| 38 | 97679.70 | 456091.11 | 466925.16 |
| 37 | 97673.47 | 455457.76 | 466306.52 |
| 36 | 97667.23 | 454826.08 | 465689.56 |
| 35 | 97660.98 | 454196.08 | 465074.27 |
| 34 | 97654.72 | 453567.73 | 464460.64 |
| 33 | 97648.45 | 452941.05 | 463848.67 |
| 32 | 97642.17 | 452316.01 | 463238.35 |
| 31 | 97635.89 | 451692.61 | 462629.67 |
| 30 | 97629.60 | 451070.85 | 462022.63 |
| 77 | | | |

| 12 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 30 | 21643.96 | 22169.47 | 102427.95 |
| 31 | 21672.36 | 22199.99 | 102434.56 |
| 32 | 21700.76 | 22230.51 | 102441.18 |
| 33 | 21729.15 | 22261.04 | 102447.81 |
| 34 | 21757.54 | 22291 57 | 102454.45 |
| 35 | 21785.93 | 22322.11 | 102461 .10 |
| 36 | 21814,32 | 22352.65 | 102467.76 |
| 37 | 21842.71 | 22383.19 | 102474.43 |
| 38 | 21871.10 | 22413.74 | 102481.11 |
| 39 | 21899.48 | 22444.29 | 102487.80 |
| 40 | 21927.86 | 22474.85 | 102494.49 |
| 41 | 21956.24 | 22505.41 | 102501.19 |
| 42 | 21984.62 | 22535.97 | 102507.90 |
| 43 | 22013.00 | 22566.54 | 102514.62 |
| 44 | 22041.37 | 22597.11 | 102521.35 |
| 45 | 22069.74 | 22627.69 | 102528.09 |
| 46 | 22098.11 | 22658.27 | 102534.84 |
| 47 | 22126.48 | 22688.85 | 102541.60 |
| 48 | 22154.85 | 22719.44 | 102548.37 |
| 49 | 22183.21 | 22750.03 | 102555.15 |
| 50 | 22211.58 | 22780.63 | 102561.94 |
| 51 | 22239.94 | 22811.23 | 102568.74 |
| 52 | 22268.30 | 22841.83 | 102575.55 |
| 53 | 22206.66 | 22872.44 | 102582.37 |
| 54 | 22325.01 | 22903.05 | 102589.20 |
| 55 | 22353.37 | 22933.67 | 102596.04 |
| 56 | 22381.72 | 22964.29 | 102602.89 |
| 57 | 22410.07 | 22994.92 | 102609.75 |
| 58 | 22438.41 | 23025.55 | 102616.62 |
| 59 | 22466.76 | 23056.18 | 102623.50 |
| 60 | 22495.11 | 23086.82 | 102630.39 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 97629.60 | 451070.85 | 462622.63 |
| 29 | 97623.30 | 450450.72 | 461417.22 |
| 28 | 97616.99 | 449832.21 | 460813.43 |
| 27 | 97610.67 | 449215.32 | 460211.26 |
| 26 | 97604.35 | 448600.04 | 459610.70 |
| 25 | 97598.02 | 447986.36 | 459011.74 |
| 24 | 97591.68 | 447374.28 | 458414.39 |
| 23 | 97585.33 | 446763.79 | 457818.62 |
| 22 | 97578.97 | 446154.89 | 457224.44 |
| 21 | 97572.60 | 445547.56 | 456631.83 |
| 20 | 97566.23 | 444941.81 | 456040.80 |
| 19 | 97559.85 | 444337.62 | 455451.34 |
| 18 | 97553.46 | 443734.99 | 454863.44 |
| 17 | 97547.06 | 443133.92 | 454277.09 |
| 16 | 97540.65 | 442534.39 | 453692.29 |
| 15 | 97534.23 | 441936.41 | 453109.03 |
| 14 | 97527.81 | 441339.96 | 452527.30 |
| 13 | 97521.38 | 440745.04 | 451947.11 |
| 12 | 97514.94 | 440151.64 | 451368.44 |
| 11 | 97508.49 | 439559.76 | 450791.29 |
| 10 | 97502.03 | 438969.40 | 450215.65 |
| 9 | 97495.56 | 438380.54 | 449641.52 |
| 8 | 97489.09 | 437793.17 | 449068.89 |
| 7 | 97482.61 | 437207.31 | 448497.75 |
| 6 | 97476.12 | 436622.93 | 447928.10 |
| 5 | 97469.62 | 436040.03 | 447359.93 |
| 4 | 97463.11 | 435458.61 | 446793.24 |
| 3 | 97456.60 | 434878.66 | 446228.03 |
| 2 | 97450.08 | 434300.18 | 445664.28 |
| 1 | 97443.55 | 433723.16 | 445101.98 |
| 0 | 97437.01 | 433147.59 | 444541.15 |

| 13 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 22495.11 | 23086.82 | 102630.39 |
| 1 | 22523.45 | 23117.46 | 102637.29 |
| 2 | 22551.79 | 23148.11 | 102644.20 |
| 3 | 22580.13 | 23178.76 | 102651.12 |
| 4 | 22608.46 | 23209.41 | 102658.05 |
| 5 | 22636.80 | 23240.07 | 102664.99 |
| 6 | 22665.13 | 23270.73 | 102671.94 |
| 7 | 22693.46 | 23301.40 | 102678.90 |
| 8 | 22721.79 | 23332.07 | 102685.87 |
| 9 | 22750.12 | 23362.74 | 102692.84 |
| 10 | 22778.44 | 23393.42 | 102699.82 |
| 11 | 22806.77 | 23424.10 | 102706.81 |
| 12 | 22835.09 | 23454.79 | 102713.81 |
| 13 | 22863.41 | 23485.48 | 102720.82 |
| 14 | 22891.72 | 23516.17 | 102727.84 |
| 15 | 22920.04 | 23546.87 | 102734.87 |
| 16 | 22948.35 | 23577.58 | 102741.91 |
| 17 | 22976.66 | 23608.29 | 102748.96 |
| 18 | 23004.97 | 23639.00 | 102756.02 |
| 19 | 23033.28 | 23669.72 | 102763.09 |
| 20 | 23061.59 | 23700.44 | 102770.17 |
| 21 | 23089.89 | 23731.16 | 102777.26 |
| 22 | 23118.19 | 23761.89 | 102784.36 |
| 23 | 23146.49 | 23792.62 | 102791.47 |
| 24 | 23174.79 | 23823.36 | 102798.59 |
| 25 | 23203.09 | 23854.10 | 102805.72 |
| 26 | 23231.38 | 23884.85 | 102812.86 |
| 27 | 23259.67 | 23915.60 | 102820.01 |
| 28 | 23287.96 | 23946.35 | 102827.17 |
| 29 | 23316.25 | 23977.11 | 102834.34 |
| 30 | 23344.54 | 24007.87 | 102841.52 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 97437.01 | 433147.59 | 444541.15 |
| 59 | 97430.46 | 432573.47 | 443981.76 |
| 58 | 97423.90 | 432000.79 | 443423.82 |
| 57 | 97417.34 | 431429.55 | 442867.31 |
| 56 | 97410.77 | 430859.74 | 442312.24 |
| 55 | 97404.19 | 430291.36 | 441758.59 |
| 54 | 97397.60 | 429724.40 | 441206.37 |
| 53 | 97391.00 | 429158.85 | 440655.56 |
| 52 | 97384.39 | 428594.72 | 440106.16 |
| 51 | 97377.78 | 428031.99 | 439558.17 |
| 50 | 97371.16 | 427470.66 | 439011.58 |
| 49 | 97364.53 | 426910.72 | 438466.38 |
| 48 | 97357.89 | 426352.18 | 437922.57 |
| 47 | 97351.24 | 425795.01 | 437380.15 |
| 46 | 97344.58 | 425239.23 | 436839.10 |
| 45 | 97337.92 | 424684.82 | 436299.43 |
| 44 | 97331.25 | 424131.77 | 435761.13 |
| 43 | 97324.57 | 423580.09 | 435224.19 |
| 42 | 97317.88 | 423029.77 | 434688.61 |
| 41 | 97311.18 | 422480.80 | 434154.38 |
| 40 | 97304.48 | 421933.18 | 433621.50 |
| 39 | 97297.77 | 421386.90 | 433089.96 |
| 38 | 97291.05 | 420841.96 | 432559.77 |
| 37 | 97284.32 | 420298.35 | 432030.90 |
| 36 | 97277.58 | 419756.06 | 431503.36 |
| 35 | 97270.84 | 419215.10 | 430977.15 |
| 34 | 97264.09 | 418675.46 | 430452.25 |
| 33 | 97257.33 | 418137.13 | 429928.67 |
| 32 | 97250.56 | 417600.11 | 429406.40 |
| 31 | 97243.78 | 417064.40 | 428885.43 |
| 30 | 97236.99 | 416529.98 | 428365.76 |
| 76 | | | |

| 13 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 23344.54 | 24007.87 | 102841.52 |
| 31 | 23372.82 | 24038.64 | 102848.71 |
| 32 | 23401.10 | 24069.41 | 102855.91 |
| 33 | 23429.38 | 24100.19 | 102863.12 |
| 34 | 23457.66 | 24130.97 | 102870.34 |
| 35 | 23485.94 | 24161.76 | 102877.57 |
| 36 | 23514.21 | 24192.55 | 102884.81 |
| 37 | 23542.48 | 24223.34 | 102892.06 |
| 38 | 23570.75 | 24254.14 | 102899.32 |
| 39 | 23599.02 | 24284.94 | 102906.58 |
| 40 | 23627.29 | 24315.75 | 102913.85 |
| 41 | 23655.55 | 24346.56 | 102921.13 |
| 42 | 23683.81 | 24377.37 | 102928.42 |
| 43 | 23712.07 | 24408.19 | 102935.72 |
| 44 | 23740.33 | 24439.01 | 102943.03 |
| 45 | 23768.59 | 24469.84 | 102950.35 |
| 46 | 23796.84 | 24500.67 | 102957.68 |
| 47 | 23825.10 | 24531.51 | 102965.02 |
| 48 | 23853.35 | 24562.35 | 102972.37 |
| 49 | 23881.59 | 24593.20 | 102979.73 |
| 50 | 23909.84 | 24624.05 | 102987.10 |
| 51 | 23938.08 | 24654.91 | 102994.48 |
| 52 | 23966.33 | 24685.77 | 103001.87 |
| 53 | 23994.57 | 24716.63 | 103009.27 |
| 54 | 24022.80 | 24747.50 | 103016.68 |
| 55 | 24051.04 | 24778.37 | 103024.10 |
| 56 | 24079.27 | 24809.25 | 103031.53 |
| 57 | 24107.51 | 24840.13 | 103038.97 |
| 58 | 24135.74 | 24871.02 | 103046.42 |
| 59 | 24163.96 | 24901.91 | 103053.88 |
| 60 | 24192.19 | 24932.80 | 103061.35 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 97236.99 | 416529.98 | 428365.76 |
| 29 | 97230.19 | 415996.85 | 427847.38 |
| 28 | 97223.39 | 415465.01 | 427330.29 |
| 27 | 97216.58 | 414934.46 | 426814.49 |
| 26 | 97209.76 | 414405.19 | 426299.96 |
| 25 | 97202.93 | 413877.19 | 425786.71 |
| 24 | 97196.09 | 413350.46 | 425274.74 |
| 23 | 97189.25 | 412824.99 | 424764.02 |
| 22 | 97182.40 | 412300.79 | 424254.57 |
| 21 | 97175.54 | 411777.84 | 423746.37 |
| 20 | 97168.67 | 411258.14 | 423239.43 |
| 19 | 97161.79 | 410735.69 | 422733.73 |
| 18 | 97154.91 | 410216.49 | 422229.28 |
| 17 | 97148.02 | 409698.52 | 421726.06 |
| 16 | 97141.12 | 409181.78 | 421224.08 |
| 15 | 97134.21 | 408666.27 | 420723.33 |
| 14 | 97127.29 | [illegible] | 420223.80 |
| 13 | 97120.36 | 407638.92 | 419725.49 |
| 12 | 97113.43 | 407127 07 | 419228.40 |
| 11 | 97106.49 | 406616.43 | 418732.52 |
| 10 | 97099.54 | 406107.00 | 418237.85 |
| 9 | 97092.58 | 405598.77 | 417744.38 |
| 8 | 97085.61 | 405091.74 | 417252.10 |
| 7 | 97078.63 | 404585.90 | 416761.02 |
| 6 | 97071.65 | 404081.25 | 416271.14 |
| 5 | 97064.66 | 403577.79 | 415782.43 |
| 4 | 97057.66 | 403075.50 | 415294.91 |
| 3 | 97050.65 | 402574.40 | 414808.56 |
| 2 | 97043.63 | 402074.46 | 414323.38 |
| 1 | 97036.60 | 401575.70 | 413839.39 |
| 0 | 97029.57 | 401078.09 | 413356.55 |
| 76 | | | |

| 14 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 24192.19 | 24932.80 | 103061.35 |
| 1 | 24220.41 | 24963.70 | 103068.83 |
| 2 | 24248.63 | 24994.60 | 103076.32 |
| 3 | 24276.85 | 25025.51 | 103083.82 |
| 4 | 24305.07 | 25056.42 | 103091.33 |
| 5 | 24333.29 | 25087.34 | 103098.85 |
| 6 | 24361.50 | 25118.26 | 103106.38 |
| 7 | 24389.71 | 25149.19 | 103113.92 |
| 8 | 24417.92 | 25180.12 | 103121.47 |
| 9 | 24446.13 | 25211.06 | 103129.03 |
| 10 | 24474.33 | 25242.00 | 103136.60 |
| 11 | 24502.54 | 25272.94 | 103144.18 |
| 12 | 24530.74 | 25303.89 | 103151.77 |
| 13 | 24558.94 | 25334.84 | 103159.36 |
| 14 | 24587.13 | 25365.80 | 103166.97 |
| 15 | 24615.33 | 25396.76 | 103174.59 |
| 16 | 24643.52 | 25427.73 | 103182.22 |
| 17 | 24671.71 | 25458.70 | 103189.85 |
| 18 | 24699.90 | 25489.68 | 103197.50 |
| 19 | 24728.09 | 25520.66 | 103205.16 |
| 20 | 24756.27 | 25551.65 | 103212.82 |
| 21 | 24784.45 | 25582.64 | 103220.50 |
| 22 | 24812.63 | 25613.63 | 103228.18 |
| 23 | 24840.81 | 25644.63 | 103235.88 |
| 24 | 24868.99 | 25675.63 | 103243.59 |
| 25 | 24897.16 | 25706.64 | 103251.30 |
| 26 | 24925.33 | 25737.66 | 103259.03 |
| 27 | 24953.50 | 25768.68 | 103266.76 |
| 28 | 24981.67 | 25799.70 | 103274.51 |
| 29 | 25009.84 | 25830.73 | 103282.27 |
| 30 | 25038.00 | 25861.76 | 103290.03 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 97029.57 | 401078.09 | 413356.55 |
| 59 | 97022.53 | 400581.65 | 412874.87 |
| 58 | 97015.48 | 400086.36 | 412394.35 |
| 57 | 97008.42 | 399592.23 | 411914.98 |
| 56 | 97001.35 | 399099.24 | 411436.75 |
| 55 | 96994.28 | 398607.39 | 410959.67 |
| 54 | 96987.20 | 398116.69 | 410483.74 |
| 53 | 96980.11 | 397627.12 | 410009.93 |
| 52 | 96973.01 | 397138.68 | 409535.26 |
| 51 | 96965.90 | 396651.37 | 409062.72 |
| 50 | 96958.79 | 396165.18 | 408591.30 |
| 49 | 96951.67 | 395680.11 | 408111.00 |
| 48 | 96944.54 | 395196.15 | 407651.81 |
| 47 | 96937.40 | 394713.31 | 407183.74 |
| 46 | 96930.25 | 394231.57 | 406716.77 |
| 45 | 96923.09 | 393750.94 | 406250.91 |
| 44 | 96915.92 | 393271.41 | 405786.15 |
| 43 | 96908.75 | 392792.97 | 405322.49 |
| 42 | 96901.57 | 392315.63 | 404859.92 |
| 41 | 96894.38 | 391839.37 | 404398.44 |
| 40 | 96887.18 | 391364.20 | 403938.04 |
| 39 | 96879.98 | 390890.11 | 403478.72 |
| 38 | 96872.77 | 390417.10 | 403020.48 |
| 37 | 96865.55 | 389945.16 | 402563.32 |
| 36 | 96858.32 | 389474.29 | 402107.22 |
| 35 | 96851.08 | 389004.48 | 401652.19 |
| 34 | 96843.83 | 388535.74 | 401198.23 |
| 33 | 96836.57 | 388068.05 | 400745.32 |
| 32 | 96829.31 | 387601.42 | 400293.47 |
| 31 | 96822.04 | 387135.84 | 399842.67 |
| 30 | 96814.76 | 386671.31 | 399392.92 |

75

| 14 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 25038.00 | 25861.76 | 103290.03 |
| 31 | 25066.16 | 25892.80 | 103297.81 |
| 32 | 25094.32 | 25923.84 | 103305.59 |
| 33 | 25122.48 | 25954.88 | 103313.39 |
| 34 | 25150.63 | 25985.93 | 103321.19 |
| 35 | 25178.79 | 26016.99 | 103329.01 |
| 36 | 25206.94 | 26048.05 | 103336.83 |
| 37 | 25235.08 | 26079.11 | 103344.67 |
| 38 | 25263.23 | 26110.18 | 103352.51 |
| 39 | 25291.37 | 26141.26 | 103360.37 |
| 40 | 25319.52 | 26172.34 | 103368.23 |
| 41 | 25147.66 | 26203.42 | 103376.11 |
| 42 | 25375.79 | 26234.51 | 103383.99 |
| 43 | 25403.93 | 26265.60 | 103391.88 |
| 44 | 25432.06 | 26296.70 | 103399.79 |
| 45 | 25460.19 | 26327.80 | 103407.70 |
| 46 | 25488.32 | 26358.91 | 103415.63 |
| 47 | 25516.45 | 26390.02 | 103423.56 |
| 48 | 25544.58 | 26421.14 | 103431.51 |
| 49 | 25572.70 | 26452.26 | 103439.46 |
| 50 | 25600.82 | 26483.39 | 103447.43 |
| 51 | 25628.94 | 26514.52 | 103455.40 |
| 52 | 25657.05 | 26545.66 | 103463.38 |
| 53 | 25685.17 | 26576.80 | 103471.38 |
| 54 | 25713.28 | 26607.94 | 103479.38 |
| 55 | 25741.39 | 26639.09 | 103487.40 |
| 56 | 25769.50 | 26670.25 | 103495.42 |
| 57 | 25797.60 | 26701.41 | 103503.46 |
| 58 | 25825.70 | 26732.57 | 103511.50 |
| 59 | 25853.81 | 26763.74 | 103519.55 |
| 60 | 25881.90 | 26794.92 | 103527.62 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 96814.76 | 386671.31 | 399392.92 |
| 29 | 96807.47 | 386207.82 | 398944.21 |
| 28 | 96800.18 | 385745.37 | 398496.54 |
| 27 | 96792.88 | 385283.96 | 398049.91 |
| 26 | 96785.57 | 384823.58 | 397604.31 |
| 25 | 96778.25 | 384364.24 | 397159.75 |
| 24 | 96770.92 | 383905.91 | 396716.21 |
| 23 | 96763.58 | 383448.61 | 396273.69 |
| 22 | 96756.23 | 382992.33 | 395832.19 |
| 21 | 96748.88 | 382537.07 | 395391.71 |
| 20 | 96741.52 | 382082.81 | 394952.24 |
| 19 | 96734.15 | 381629.57 | 394513.79 |
| 18 | 96726.77 | 381177.33 | 394076.33 |
| 17 | 96719.38 | 380726.09 | 393639.88 |
| 16 | 96711.99 | 380275.85 | 393204.43 |
| 15 | 96704.59 | 379826.61 | 392769.97 |
| 14 | 96697.18 | 379378.35 | 392336.51 |
| 13 | 96689.76 | 378931.09 | 391904.03 |
| 12 | 96682.33 | 378484.81 | 391472.54 |
| 11 | 96674.90 | 378039.51 | 391042.03 |
| 10 | 96667.46 | 377595.19 | 390612.50 |
| 9 | 96660.01 | 377151.85 | 390183.95 |
| 8 | 96652.55 | 376709.47 | 389756.87 |
| 7 | 96645.08 | 376268.07 | 389329.76 |
| 6 | 96637.60 | 375827.63 | 388904.11 |
| 5 | 96630.12 | 375388.15 | 388479.43 |
| 4 | 96622.63 | 374949.63 | 388055.70 |
| 3 | 96615.13 | 374512.07 | 387632.93 |
| 2 | 96607.62 | 374075.46 | 387211.12 |
| 1 | 96600.10 | 373639.80 | 386790.25 |
| 0 | 96592.58 | 373205.08 | 386370.33 |

75

| 15 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 25881.90 | 26794.92 | 103527.62 |
| 1 | 25910.00 | 26826.10 | 103535.69 |
| 2 | 25938.10 | 26857.28 | 103543.78 |
| 3 | 25966.19 | 26888.47 | 103551.87 |
| 4 | 25994.28 | 26919.67 | 103559.98 |
| 5 | 26022.37 | 26950.87 | 103568.09 |
| 6 | 26050.45 | 26982.07 | 103576.21 |
| 7 | 26078.53 | 27013.28 | 103584.35 |
| 8 | 26106.61 | 27044.49 | 103592.49 |
| 9 | 26134.69 | 27075.71 | 103600.65 |
| 10 | 26162.77 | 27106.93 | 103608.81 |
| 11 | 26190.85 | 27138.16 | 103616.99 |
| 12 | 26218.92 | 27169.40 | 103625.17 |
| 13 | 16246.99 | 27200.64 | 103633.37 |
| 14 | 26275.06 | 27231.88 | 103641.57 |
| 15 | 26303.12 | 27263.13 | 103649.79 |
| 16 | 26331.18 | 27294.38 | 103658.01 |
| 17 | 26359.24 | 27325.64 | 103666.25 |
| 18 | 26387.30 | 27356.90 | 103674.49 |
| 19 | 26415.36 | 27388.17 | 103682.75 |
| 20 | 26443.42 | 27419.44 | 103691.01 |
| 21 | 26471.47 | 27450.72 | 103699.29 |
| 22 | 26499.52 | 27482.01 | 103707.57 |
| 23 | 26527.57 | 27513.30 | 103715.87 |
| 24 | 26555.61 | 27544.59 | 103724.17 |
| 25 | 26583.65 | 27575.89 | 103732.49 |
| 26 | 26611.69 | 27607.19 | 103740.82 |
| 27 | 26639.73 | 27638.50 | 103749.15 |
| 28 | 26667.77 | 27669.81 | 103757.50 |
| 29 | 26695.81 | 27701.13 | 103765.85 |
| 30 | 26723.84 | 27732.45 | 103774.22 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 96592.58 | 373205.08 | 386370.33 |
| 59 | 96585.05 | 372771.31 | 385951.35 |
| 58 | 96577.51 | 372338.47 | 385533.32 |
| 57 | 96569.96 | 371906.58 | 385116.22 |
| 56 | 96562.40 | 371475.61 | 384700.05 |
| 55 | 96554.83 | 371045.58 | 384284.82 |
| 54 | 96547.26 | 370616.48 | 383870.51 |
| 53 | 96539.68 | 370188.30 | 383457.13 |
| 52 | 96532.09 | 369761.03 | 383044.67 |
| 51 | 96524.49 | 369334.69 | 382633.13 |
| 50 | 96516.88 | 368909.27 | 382222.51 |
| 40 | 96509.27 | 368484.75 | 381812.80 |
| 48 | 96501.65 | 368061.15 | 381403.99 |
| 47 | 96494.02 | 367638.45 | 380996.10 |
| 46 | 96486.38 | 367216.65 | 380589.11 |
| 45 | 96478.73 | 366795.75 | 380183.01 |
| 44 | 96471.07 | 366375.75 | 379777.82 |
| 43 | 96463.41 | 365956.65 | 379373.52 |
| 42 | 96455.74 | 365538.44 | 378970.11 |
| 41 | 96448.06 | 365121.11 | 378567.60 |
| 40 | 96440.37 | 364704.67 | 378165.96 |
| 39 | 96432.67 | 364289.11 | 377765.22 |
| 38 | 96424.97 | 363874.44 | 377365.35 |
| 37 | 96417.26 | 363460.64 | 376966.36 |
| 36 | 96409.54 | 363047.71 | 376568.24 |
| 35 | 96401.81 | 362635.66 | 376171.00 |
| 34 | 96394.07 | 362224.47 | 375774.62 |
| 33 | 96386.33 | 361814.15 | 375379.11 |
| 32 | 96378.58 | 361404.69 | 374984.47 |
| 31 | 96370.82 | 360996.09 | 374590.68 |
| 30 | 96363.05 | 360588.35 | 374197.75 |

74

| 15 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 26723.84 | 27732.45 | 103774.22 |
| 31 | 26751.87 | 27763.78 | 103782.60 |
| 32 | 26779.89 | 27795.12 | 103790.98 |
| 33 | 26807.92 | 27826.46 | 103799.38 |
| 34 | 26835.94 | 27857.80 | 103807.79 |
| 35 | 26863.96 | 27889.15 | 103816.21 |
| 36 | 26891.98 | 27920.50 | 103824.63 |
| 37 | 26920.00 | 27951.86 | 103833.07 |
| 38 | 29948.01 | 27983.22 | 103841.52 |
| 39 | 26976.02 | 28014.59 | 103849.98 |
| 40 | 27004.03 | 28045.97 | 103858.44 |
| 41 | 27032.04 | 28077.35 | 103866.92 |
| 42 | 27060.04 | 28108.73 | 103875.41 |
| 43 | 27088.05 | 28140.12 | 103883.91 |
| 44 | 27116.05 | 28171.52 | 103892.42 |
| 45 | 27144.04 | 28202.92 | 103900.94 |
| 46 | 27172.04 | 28234.32 | 103909.47 |
| 47 | 27200.03 | 28265.73 | 103918.00 |
| 48 | 27228.02 | 28297.15 | 103926.55 |
| 49 | 27256.01 | 28328.57 | 103935.11 |
| 50 | 27284.00 | 28359.99 | 103943.68 |
| 51 | 27311.98 | 28391.42 | 103952.26 |
| 52 | 27339.96 | 28422.86 | 103960.85 |
| 53 | 27367.94 | 28454.30 | 103969.45 |
| 54 | 27395.92 | 28485.75 | 103978.06 |
| 55 | 27423.90 | 28517.20 | 103986.69 |
| 56 | 27451.89 | 28548.66 | 103995.32 |
| 57 | 27479.84 | 28580.12 | 104003.96 |
| 58 | 27407.81 | 28611.59 | 104012.61 |
| 59 | 27535.78 | 28643.06 | 104021.27 |
| 60 | 27563.74 | 28674.54 | 104029.94 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 96363.05 | 360588.35 | 374197.75 |
| 29 | 96355.27 | 360181.46 | 373805.68 |
| 28 | 96347.48 | 359775.43 | 373414.46 |
| 27 | 96339.69 | 359370.24 | 373024.09 |
| 26 | 96331.89 | 358965.90 | 372634.57 |
| 25 | 96324.08 | 358562.41 | 372245.89 |
| 24 | 96316.26 | 358159.75 | 371858.05 |
| 23 | 96308.43 | 357757.94 | 371471.05 |
| 22 | 96300.59 | 357356.96 | 371084.89 |
| 21 | 96292.75 | 356956.81 | 370699.56 |
| 20 | 96284.90 | 356557.49 | 370315.06 |
| 19 | 96277.04 | 356159.00 | 369931.39 |
| 18 | 96269.17 | 355761.33 | 369548.54 |
| 17 | 96261.30 | 355364.49 | 369166.52 |
| 16 | 96253.42 | 354968.46 | 368785.32 |
| 15 | 96245.53 | 354573.25 | 368404.93 |
| 14 | 96237.63 | 354178.86 | 368025.36 |
| 13 | 96229.72 | 353785.28 | 367646.60 |
| 12 | 96221.80 | 353392.51 | 367268.65 |
| 11 | 96213.87 | 353000.54 | 366891.51 |
| 10 | 96205.94 | 352609.38 | 366515.18 |
| 9 | 96198.00 | 352219.02 | 366139.64 |
| 8 | 96190.05 | 351829.46 | 365764.91 |
| 7 | 96182.09 | 351440.70 | 365390.97 |
| 6 | 96174.13 | 351052.73 | 365017.83 |
| 5 | 96166.16 | 350665.55 | 364645.48 |
| 4 | 96158.18 | 350279.16 | 364273.92 |
| 3 | 96150.19 | 349893.56 | 363903.15 |
| 2 | 96142.19 | 349508.74 | 363533.16 |
| 1 | 96134.18 | 349124.70 | 363163.95 |
| 0 | 96126.17 | 348741.44 | 362795.53 |

741

| 15 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 27563.74 | 28674.54 | 104029.94 |
| 1 | 27591.70 | 28706.02 | 104038.63 |
| 2 | 27619.65 | 28737.51 | 104047.32 |
| 3 | 27647.61 | 28769.00 | 104056.02 |
| 4 | 27675.56 | 28800.50 | 104064.73 |
| 5 | 27703.52 | 28832.01 | 104073.46 |
| 6 | 27731.47 | 28863.52 | 104082.19 |
| 7 | 27759.41 | 28895.03 | 104090.94 |
| 8 | 27787.36 | 28926.55 | 104099.69 |
| 9 | 27815.30 | 28958.08 | 104108.45 |
| 10 | 27843.24 | 28989.61 | 104117.23 |
| 11 | 27871.18 | 29021.14 | 104126.01 |
| 12 | 27899.11 | 29052.68 | 104134.81 |
| 13 | 27927.04 | 29084.23 | 104143.62 |
| 14 | 27954.97 | 29115.78 | 104152.43 |
| 15 | 27982.90 | 29147.34 | 104161.26 |
| 16 | 28010.83 | 29178.90 | 104170.09 |
| 17 | 28038.75 | 29210.47 | 104178.94 |
| 18 | 28066.67 | 29242.05 | 104187.80 |
| 19 | 28094.59 | 29273.63 | 104196.67 |
| 20 | 28122.51 | 29305.21 | 104205.54 |
| 21 | 28150.42 | 29336.80 | 104214.43 |
| 22 | 28178.33 | 29368.39 | 104223.33 |
| 23 | 28206.24 | 29399.99 | 104232.24 |
| 24 | 28234.15 | 29431.60 | 104241.16 |
| 25 | 28262.05 | 29463.21 | 104250.09 |
| 26 | 28289.95 | 29494.83 | 104259.03 |
| 27 | 28317.85 | 29526.45 | 104267.98 |
| 28 | 28345.75 | 29558.08 | 104276.94 |
| 29 | 28373 64 | 29589.71 | 104285.91 |
| 30 | 28401.53 | 29621.35 | 104294.85 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 96126.17 | 348741.44 | 362795.53 |
| 59 | 96118.15 | 348358.96 | 362427.88 |
| 58 | 96110.12 | 347977.26 | 362061.01 |
| 57 | 96102.08 | 347596.32 | 361694.90 |
| 56 | 96094.03 | 347216.16 | 361329.57 |
| 55 | 96085.98 | 346836.76 | 360965.01 |
| 54 | 96077.92 | 346458.13 | 360601.21 |
| 53 | 96069.85 | 346080.26 | 360238.18 |
| 52 | 96061.77 | 345703.15 | 359875.90 |
| 51 | 96053.68 | 345326.79 | 359514.39 |
| 50 | 96045.58 | 344951.20 | 359153.63 |
| 49 | 96037.48 | 344576.35 | 358793.62 |
| 48 | 96029.37 | 344202.26 | 358434.37 |
| 47 | 96021.25 | 343828.91 | 358075.86 |
| 46 | 96013.12 | 343456.31 | 357718.10 |
| 45 | 96004.98 | 343084.46 | 357361.08 |
| 44 | 95996.84 | 342713.34 | 357004.81 |
| 43 | 95988.69 | 342342.97 | 356649.28 |
| 42 | 95980.53 | 341973.33 | 356294.48 |
| 41 | 95972.36 | 341604.43 | 355940.42 |
| 40 | 95964.18 | 341236.26 | 355587.10 |
| 39 | 95956.00 | 340868.82 | 355234.50 |
| 38 | 95947.81 | 340502.10 | 354882.63 |
| 37 | 95939.61 | 340136.12 | 354531.49 |
| 36 | 95931.40 | 339770.85 | 354181.07 |
| 35 | 95923.18 | 339406.31 | 353831.38 |
| 34 | 95914.95 | 339042.49 | 353482.40 |
| 33 | 95906.72 | 338679.38 | 353134.14 |
| 32 | 95898.48 | 338316.99 | 352786.60 |
| 31 | 95890.23 | 337955.31 | 352439.77 |
| 30 | 95881.97 | 337594.34 | 352093.65 |

73

| 16 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 28401.53 | 29621.35 | 104294.89 |
| 31 | 28429.42 | 29652.99 | 104303.88 |
| 32 | 28457.31 | 29684.64 | 104312 89 |
| 33 | 28485.20 | 29716.30 | 104321.90 |
| 34 | 28513.08 | 29747.96 | 104330.92 |
| 35 | 28540 96 | 29779.62 | 104339.95 |
| 36 | 28568.84 | 29811.29 | 104349.00 |
| 37 | 28596.71 | 29842.97 | 104358.05 |
| 38 | 28624.58 | 29874.65 | 104367.12 |
| 39 | 28652.45 | 29906.34 | 104376.19 |
| 40 | 28680.32 | 29938.03 | 104385.28 |
| 41 | 28708.19 | 29969.73 | 104394.37 |
| 42 | 28736.05 | 30001.44 | 104403.48 |
| 43 | 28763.91 | 30033.15 | 104412.59 |
| 44 | 28791.77 | 30064.86 | 104421.72 |
| 45 | 28819.63 | 30096.58 | 104430.86 |
| 46 | 28847.48 | 30128.31 | 104440.01 |
| 47 | 28875.33 | 30160 04 | 104449.17 |
| 48 | 28903.18 | 30191.78 | 104458.33 |
| 49 | 28931.03 | 30223.52 | 104467.51 |
| 50 | 28958.87 | 30255.27 | 104476.70 |
| 51 | 28986.71 | 30287.03 | 104485.90 |
| 52 | 29014.55 | 30318.79 | 104495.11 |
| 53 | 29042.39 | 30350.55 | 104504.33 |
| 54 | 29070.22 | 30382.32 | 104513.57 |
| 55 | 29098.05 | 30414.10 | 104522.81 |
| 56 | 29125.88 | 30445.88 | 104532.06 |
| 57 | 29153.71 | 30477.67 | 104541.32 |
| 58 | 29181.53 | 30509.46 | 104550.60 |
| 59 | 29209.35 | 30541.26 | 104559.88 |
| 60 | 29237.17 | 30573.07 | 104569.18 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 95881.97 | 337594.34 | 352093.65 |
| 29 | 95873.70 | 337234.08 | 351748.24 |
| 28 | 95865.43 | 336874.53 | 351403.54 |
| 27 | 95857.15 | 336515.68 | 351059.54 |
| 26 | 95848.86 | 336157.53 | 350716.25 |
| 25 | 95840.56 | 335800.08 | 350373.65 |
| 24 | 95832.25 | 335443.33 | 350031.75 |
| 23 | 95823.94 | 335087.28 | 349690.55 |
| 22 | 95815.62 | 334731.91 | 349350.04 |
| 21 | 95807.29 | 334377.24 | 349010.23 |
| 20 | 95798.95 | 334023.26 | 348671.10 |
| 19 | 95790.60 | 333669.97 | 348332.67 |
| 18 | 95782.25 | 333317.36 | 347994.92 |
| 17 | 95773.89 | 332965.43 | 347657.85 |
| 16 | 95765.52 | 332614.19 | 347321.46 |
| 15 | 95757.14 | 332263.62 | 346985.76 |
| 14 | 95748.75 | 331913.73 | 346650.73 |
| 13 | 95740.35 | 331564.52 | 346316.37 |
| 12 | 95731.95 | 331215.98 | 345982.69 |
| 11 | 95723.54 | 330868.11 | 345649.69 |
| 10 | 95715.12 | 330520.91 | 345317.35 |
| 9 | 95706.69 | 330174.38 | 344985.68 |
| 8 | 95698.25 | 329828.51 | 344654.67 |
| 7 | 95689.81 | 329483.30 | 344324.33 |
| 6 | 95681.36 | 329138.76 | 343994.65 |
| 5 | 95672.90 | 328794.87 | 343665.63 |
| 4 | 95664.43 | 328451.64 | 343337.27 |
| 3 | 95655.95 | 328109.07 | 343009.56 |
| 2 | 95647.47 | 327767.15 | 342682.51 |
| 1 | 95638.98 | 327425.88 | 342356.11 |
| 0 | 95630.48 | 327085.26 | 342030.36 |

| 17 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 29237.17 | 30573.07 | 104569.18 |
| 1 | 29264.99 | 30604.88 | 104578.48 |
| 2 | 29292.80 | 30636.69 | 104587.80 |
| 3 | 29320.61 | 30668.51 | 104597.12 |
| 4 | 29348.42 | 30700.34 | 104606.46 |
| 5 | 29376.23 | 30732.18 | 104615.81 |
| 6 | 29404.03 | 30764.02 | 104625.16 |
| 7 | 29431.83 | 30795.86 | 104634.53 |
| 8 | 29459.63 | 30827.71 | 104643.91 |
| 9 | 29487.43 | 30859.57 | 104653.30 |
| 10 | 29515.22 | 30891.43 | 104662.70 |
| 11 | 29543.01 | 30923.30 | 104672.11 |
| 12 | 29570.80 | 30955.17 | 104681.53 |
| 13 | 29598.59 | 30987.05 | 104690.96 |
| 14 | 29626.38 | 31018.93 | 104700.40 |
| 15 | 29654.16 | 31050.82 | 104709.86 |
| 16 | 29681.94 | 31082.72 | 104719.32 |
| 17 | 29709.71 | 31114.62 | 104728.79 |
| 18 | 29737.49 | 31146.53 | 104738.28 |
| 19 | 29765.26 | 31178.44 | 104747.77 |
| 20 | 29793.03 | 31210.36 | 104757.28 |
| 21 | 29820.79 | 31242.29 | 104766.79 |
| 22 | 29848.56 | 31274.22 | 104776.32 |
| 23 | 29876.32 | 31306.16 | 104785.86 |
| 24 | 29904.08 | 31338.10 | 104795.40 |
| 25 | 29931.84 | 31370.05 | 104804.96 |
| 26 | 29959.59 | 31402.00 | 104814.53 |
| 27 | 29987.34 | 31433.96 | 104824.11 |
| 28 | 30015.09 | 31465.93 | 104833.70 |
| 29 | 30042.84 | 31497.90 | 104843.30 |
| 30 | 30070.58 | 31529.88 | 104852.91 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 95630.48 | 327085.26 | 342030.36 |
| 59 | 95621.97 | 326745.29 | 341705.26 |
| 58 | 95613.45 | 326405.96 | 341380.80 |
| 57 | 95604.92 | 326067.28 | 341056.99 |
| 56 | 95596.39 | 325729.24 | 340733.82 |
| 55 | 95587.85 | 325391.84 | 340411.30 |
| 54 | 95579.30 | 325055.08 | 340089.41 |
| 53 | 95570.74 | 324718.95 | 339768.16 |
| 52 | 95562 17 | 324383.46 | 339447.54 |
| 51 | 95553.60 | 324048.60 | 339127.55 |
| 50 | 95545.02 | 323714.38 | 338808.20 |
| 49 | 95536.43 | 323380.78 | 338489.48 |
| 48 | 95527.83 | 323047.80 | 338171.38 |
| 47 | 95519.22 | 322715.46 | 337853.91 |
| 46 | 95510.61 | 322383.73 | 337537.07 |
| 45 | 95501.99 | 322052.63 | 337220.84 |
| 44 | 95493.36 | 321722.15 | 336905.24 |
| 43 | 95484.72 | 321392.28 | 336590.26 |
| 42 | 95476.07 | 321063.04 | 336275.89 |
| 41 | 95467.42 | 320734.40 | 335962.14 |
| 40 | 95458.76 | 320406.38 | 335649.00 |
| 39 | 95450.09 | 320078.97 | 335336.47 |
| 38 | 95441.41 | 319752.17 | 335024.55 |
| 37 | 95432.72 | 319425.98 | 334713.24 |
| 36 | 95424.03 | 319100.39 | 334402.54 |
| 35 | 95415.33 | 318775.40 | 334092.44 |
| 34 | 95406.62 | 318451.02 | 333782.94 |
| 33 | 95397.90 | 318127.24 | 333474.05 |
| 32 | 95389.17 | 317804.06 | 333165.75 |
| 31 | 95380.43 | 317481.47 | 332858.05 |
| 30 | 95371.69 | 317159.48 | 332550.95 |

| 17 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 30070.58 | 31529.88 | 104852.91 |
| 31 | 30098.32 | 31561.86 | 104862.53 |
| 32 | 30126.06 | 31593.85 | 104872.17 |
| 33 | 30153.80 | 31625.85 | 104881.81 |
| 34 | 30181.53 | 31657.85 | 104891.46 |
| 35 | 30209.26 | 31689.86 | 104901.13 |
| 36 | 30236.99 | 31721.87 | 104910.80 |
| 37 | 30264.71 | 31753.89 | 104920.49 |
| 38 | 30292.44 | 31785.91 | 104930.19 |
| 39 | 30320.16 | 31817.94 | 104939.89 |
| 40 | 30347.88 | 31849.98 | 104949.61 |
| 41 | 30375.59 | 31882.02 | 104959.34 |
| 42 | 30403.31 | 31914.07 | 104969.08 |
| 43 | 30431.02 | 31946.13 | 104978.83 |
| 44 | 30458.72 | 31978.19 | 104988.59 |
| 45 | 30486.43 | 32010.25 | 104998.36 |
| 46 | 30514.13 | 32042.32 | 105008.15 |
| 47 | 30541.83 | 32074.40 | 105017.94 |
| 48 | 30569.53 | 32106.49 | 105027.74 |
| 49 | 30597.23 | 32138.58 | 105037.56 |
| 50 | 30624.92 | 32170.67 | 105047.38 |
| 51 | 30652.61 | 32202.77 | 105057.22 |
| 52 | 30680.29 | 32234.88 | 105067.06 |
| 53 | 30707.98 | 32267.00 | 105076.92 |
| 54 | 30735.66 | 32299.12 | 105086.79 |
| 55 | 30763.34 | 32331.25 | 105096.67 |
| 56 | 30791.02 | 32363.38 | 105106.56 |
| 57 | 30818.69 | 32395.52 | 105116.46 |
| 58 | 30846.36 | 32427.66 | 105126.37 |
| 59 | 30874.03 | 32459.81 | 105136.29 |
| 60 | 30901.70 | 32491.97 | 105146.22 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 95371.09 | 317159.48 | 332550.95 |
| 29 | 95362.94 | 316838.08 | 332244.44 |
| 28 | 95354.18 | 316517.28 | 331938.53 |
| 27 | 95345.41 | 316197.06 | 331633.20 |
| 26 | 95336.64 | 315877.44 | 331328.47 |
| 25 | 95327.86 | 315558.40 | 331024.32 |
| 24 | 95319.07 | 315239.94 | 330720.76 |
| 23 | 95310.27 | 314922.07 | 330417.78 |
| 22 | 95301.46 | 314604.78 | 330115.39 |
| 21 | 95292.64 | 314288.07 | 329813.57 |
| 20 | 95283.82 | 313971.94 | 329512.34 |
| 19 | 95274.99 | 313656.39 | 329211.68 |
| 18 | 95266.15 | 313341.41 | 328911.60 |
| 17 | 95257.30 | 313027.01 | 328612.09 |
| 16 | 95248.44 | 312713.17 | 328313.16 |
| 15 | 95239.58 | 312399.91 | 328014.79 |
| 14 | 95230.71 | 312087.22 | 327717.00 |
| 13 | 95221.83 | 311775.09 | 327419.77 |
| 12 | 95212.94 | 311463.53 | 327123.11 |
| 11 | 95204.04 | 311152.54 | 326827.02 |
| 10 | 95195.14 | 310842.10 | 326531.49 |
| 9 | 95186.23 | 310532.23 | 326236.52 |
| 8 | 95177.31 | 310222.91 | 325942.11 |
| 7 | 95168.38 | 309914.16 | 325648.25 |
| 6 | 95159.44 | 309605.96 | 325354.96 |
| 5 | 95150.49 | 309298.31 | 325062.22 |
| 4 | 95141.54 | 308991.22 | 324770.03 |
| 3 | 95132.58 | 308684.68 | 324478.40 |
| 2 | 95123.61 | 308378.69 | 324187.32 |
| 1 | 95114.63 | 308073.25 | 323896.78 |
| 0 | 95105.65 | 307768.35 | 323606.80 |

72

| 18 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 30901.70 | 32491.97 | 105146.22 |
| 1 | 30929.36 | 32524.13 | 105156.17 |
| 2 | 30957.02 | 32556.30 | 105166.12 |
| 3 | 30984.68 | 32588.48 | 105176.08 |
| 4 | 31012.34 | 32620.66 | 105186.06 |
| 5 | 31039.99 | 32652.85 | 105196.05 |
| 6 | 31067.64 | 32685.04 | 105206.04 |
| 7 | 31095.29 | 32717.24 | 105216.05 |
| 8 | 31122.94 | 32749.44 | 105226.07 |
| 9 | 31150.58 | 32781.65 | 105236.10 |
| 10 | 31178.22 | 32813.87 | 105246.14 |
| 11 | 31205.86 | 32846.10 | 105256.19 |
| 12 | 31233.49 | 32878.33 | 105266.25 |
| 13 | 31261.12 | 32910.56 | 105276.33 |
| 14 | 31288.75 | 32942.80 | 105286.41 |
| 15 | 31316.38 | 32975.05 | 105296.51 |
| 16 | 31344.00 | 33007.31 | 105306.61 |
| 17 | 31371.63 | 33039.57 | 105316.73 |
| 18 | 31399.25 | 33071.84 | 105326.86 |
| 19 | 31426.86 | 33104.11 | 105336.99 |
| 20 | 31454.48 | 33136.39 | 105347.14 |
| 21 | 31482.09 | 33168.68 | 105357.30 |
| 22 | 31509.69 | 33200.97 | 105367.47 |
| 23 | 31537.30 | 33233.27 | 105377.65 |
| 24 | 31564.90 | 33265.57 | 105387.85 |
| 25 | 31592.50 | 33297.88 | 105398.05 |
| 26 | 31620.10 | 33330.20 | 105408.26 |
| 27 | 31647.70 | 33362.52 | 105418.49 |
| 28 | 31675.29 | 33394.85 | 105428.73 |
| 29 | 31702.88 | 33427.19 | 105438.97 |
| 30 | 31730.47 | 33459.53 | 105449.23 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 95105.65 | 307768.35 | 323606.80 |
| 59 | 95096.66 | 307464.00 | 323317.36 |
| 58 | 95087.66 | 307160.20 | 323028.46 |
| 57 | 95078.65 | 306856.93 | 322740.11 |
| 56 | 95069.63 | 306554.21 | 322452.30 |
| 55 | 95060.60 | 306252.03 | 322165.03 |
| 54 | 95051.57 | 305950.38 | 321878.30 |
| 53 | 95042.53 | 305649.28 | 321592.10 |
| 52 | 95033.48 | 305348.70 | 321306.44 |
| 51 | 95024.42 | 305048.66 | 321021.32 |
| 50 | 95015.36 | 304749.15 | 320736.73 |
| 49 | 95006.29 | 304450.18 | 320452.66 |
| 48 | 94997.21 | 304151.73 | 320169.13 |
| 47 | 94988.12 | 303853.81 | 319886.13 |
| 46 | 94979.02 | 303556.41 | 319603.65 |
| 45 | 94969.91 | 303259.54 | 319321.70 |
| 44 | 94960.80 | 302963.20 | 319040.28 |
| 43 | 94951.68 | 302667.37 | 318759.37 |
| 42 | 94942.55 | 302372.07 | 318478.99 |
| 41 | 94933.41 | 302077.28 | 318199.13 |
| 40 | 94924.26 | 301783.01 | 317919.78 |
| 39 | 94915.11 | 301489.26 | 317640.95 |
| 38 | 94905.95 | 301196.02 | 317362.64 |
| 37 | 94896.78 | 300903.39 | 317084.84 |
| 36 | 94887.60 | 300611.09 | 316807.56 |
| 35 | 94878.41 | 300319.39 | 316530.78 |
| 34 | 94869.22 | 300028.20 | 316254.52 |
| 33 | 94860.02 | 299737.51 | 315978.76 |
| 32 | 94850.81 | 299447.34 | 315703.51 |
| 31 | 94841.59 | 299157.66 | 315428.77 |
| 30 | 94832.36 | 298868.50 | 315154.53 |
| 71 | | | |

| 18 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 30 | 31730.47 | 33459.53 | 105449.23 |
| 31 | 31758.05 | 33491.88 | 105459.50 |
| 32 | 31785.63 | 33524.24 | 105469.78 |
| 33 | 31813.21 | 33556.60 | 105480.07 |
| 34 | 31840.79 | 33588.97 | 105490.37 |
| 35 | 31868.36 | 33621.34 | 105500.68 |
| 36 | 31895.93 | 33653.72 | 105511.01 |
| 37 | 31923.50 | 33686.11 | 105521.34 |
| 38 | 31951.06 | 33718.50 | 105531.69 |
| 39 | 31978.63 | 33750.90 | 105542.04 |
| 40 | 32006.19 | 33783.30 | 105552.41 |
| 41 | 32033.74 | 33815.71 | 105562.79 |
| 42 | 32061.30 | 33848.13 | 105573.18 |
| 43 | 32088.85 | 33880.56 | 105583.58 |
| 44 | 32116.40 | 33912.99 | 105593.99 |
| 45 | 32143.95 | 33945.43 | 105604.41 |
| 46 | 32171.49 | 33977.87 | 105614.85 |
| 47 | 32199.03 | 34010.32 | 105625.29 |
| 48 | 32226.57 | 34042.78 | 105635.75 |
| 49 | 32254.10 | 34075.24 | 105646.21 |
| 50 | 32281.64 | 34107.71 | 105656.69 |
| 51 | 32309.17 | 34140.19 | 105667.18 |
| 52 | 32336.70 | 34172.67 | 105677.68 |
| 53 | 32364.22 | 34205.16 | 105688.19 |
| 54 | 32391.74 | 34237.65 | 105698.71 |
| 55 | 32419.26 | 34270.15 | 105709.24 |
| 56 | 32446.78 | 34302.66 | 105719.78 |
| 57 | 32474.29 | 34335.18 | 105730.34 |
| 58 | 32501.80 | 34367.70 | 105740.90 |
| 59 | 32529.31 | 34400.23 | 105751.48 |
| 60 | 32556.82 | 34432.76 | 105762.07 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 94832.36 | 298868.50 | 315154.53 |
| 29 | 94823.13 | 298579.83 | 314880.79 |
| 28 | 94813.89 | 298291.66 | 314607.56 |
| 27 | 94804.64 | 298004.00 | 314334.88 |
| 26 | 94795.38 | 297716.83 | 314062.59 |
| 25 | 94786.11 | 297430.16 | 313790.86 |
| 24 | 94776.84 | 297143.99 | 313519.62 |
| 23 | 94767.56 | 296858.31 | 313248.87 |
| 22 | 94758.27 | 296573.12 | 312978.62 |
| 21 | 94748.97 | 296288.42 | 312708.86 |
| 20 | 94739.66 | 296004.22 | 312439.59 |
| 19 | 94730.35 | 295720.50 | 312170.81 |
| 18 | 94721.03 | 295437.27 | 311902.52 |
| 17 | 94711.70 | 295154.53 | 311634.72 |
| 16 | 94702.36 | 294872.27 | 311367.40 |
| 15 | 94693.01 | 294590.50 | 311100.57 |
| 14 | 94683.66 | 294309.21 | 310834.22 |
| 13 | 94674.30 | 294028.40 | 310568.35 |
| 12 | 94664.93 | 293748.07 | 310302.96 |
| 11 | 94655.55 | 293468.22 | 310038.05 |
| 10 | 94646.16 | 293188.85 | 309773.63 |
| 9 | 94636.76 | 292909.95 | 309509.67 |
| 8 | 94627.36 | 292631.52 | 309246.20 |
| 7 | 94617.95 | 292353.58 | 308983.19 |
| 6 | 94608.53 | 292076.10 | 308720.66 |
| 5 | 94599.10 | 291799.09 | 308458.60 |
| 4 | 94589.67 | 291522.56 | 308197.02 |
| 3 | 94580.23 | 291246.49 | 307935.90 |
| 2 | 94570.78 | 290970.89 | 307675.25 |
| 1 | 94561.32 | 290695.76 | 307415.07 |
| 0 | 94551.85 | 290421.09 | 307155.35 |
| 71 | | | |

| 19 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 32556.82 | 34432.76 | 105762.07 |
| 1 | 32584.32 | 34465.30 | 105772.67 |
| 2 | 32611.82 | 34497.85 | 105783.28 |
| 3 | 32639.31 | 34530.40 | 105793.90 |
| 4 | 32666.81 | 34562.96 | 105804.53 |
| 5 | 32694.30 | 34595.53 | 105815.17 |
| 6 | 32721.79 | 34628.10 | 105825.83 |
| 7 | 32749.28 | 34660.68 | 105836.49 |
| 8 | 32776.76 | 34693.27 | 105847.17 |
| 9 | 32804.24 | 34725.86 | 105857.86 |
| 10 | 32831.72 | 34758.46 | 105868.55 |
| 11 | 32859.19 | 34791.07 | 105879.26 |
| 12 | 32886.66 | 34823.68 | 105889.99 |
| 13 | 32914.13 | 34856.30 | 105900.72 |
| 14 | 32941.60 | 34888.93 | 105911.46 |
| 15 | 32969.06 | 34921.56 | 105922.21 |
| 16 | 32996.52 | 34954.20 | 105932.98 |
| 17 | 33023.98 | 34986.85 | 105943.76 |
| 18 | 33051.44 | 35019.50 | 105954.54 |
| 19 | 33078.89 | 35052.16 | 105965.34 |
| 20 | 33106.34 | 35084.83 | 105976.15 |
| 21 | 33133.79 | 35117.50 | 105986.97 |
| 22 | 33161.23 | 35150.18 | 105997.81 |
| 23 | 33188.67 | 35182.87 | 106008.65 |
| 24 | 33216.11 | 35215.56 | 106019.51 |
| 25 | 33243.55 | 35248.26 | 106030.37 |
| 26 | 33270.98 | 35280.97 | 106041.25 |
| 27 | 33298.41 | 35313.68 | 106052.14 |
| 28 | 33325.84 | 35346.40 | 106063.04 |
| 29 | 33353.27 | 35379.13 | 106073.95 |
| 30 | 33380.69 | 35411.86 | 106084.87 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 94551.85 | 290421.09 | 307155.35 |
| 59 | 94542,38 | 290146.88 | 306896.10 |
| 58 | 94532.90 | 289873.14 | 306637.31 |
| 57 | 94523.41 | 289599.86 | 306378.98 |
| 56 | 94513.91 | 289327.04 | 306121.11 |
| 55 | 94504.40 | 289054.67 | 305863.70 |
| 54 | 94494.89 | 288782.77 | 305606.75 |
| 53 | 94485.37 | 288511.32 | 305350.26 |
| 52 | 94475.84 | 288240.33 | 305094.23 |
| 51 | 94466,30 | 287969.79 | 304838.64 |
| 50 | 94456.75 | 287699.70 | 304583.52 |
| 40 | 94447.20 | 287430.07 | 304328 84 |
| 48 | 94437.64 | 287160.88 | 304074.62 |
| 47 | 94428,07 | 286892.15 | 303820.84 |
| 46 | 94418.49 | 286623.86 | 303567.52 |
| 45 | 94408.90 | 286356.02 | 303314.64 |
| 44 | 94399.31 | 286088.63 | 303062.21 |
| 43 | 94389.71 | 285821.68 | 302810.23 |
| 42 | 94380.10 | 285555.17 | 302558.68 |
| 41 | 94370.48 | 285289.11 | 302307.59 |
| 40 | 94360.85 | 285023.49 | 302056.93 |
| 39 | 94351.21 | 284758.31 | 301806.72 |
| 38 | 94341.57 | 284493.56 | 301556.94 |
| 37 | 94331.92 | 284220.26 | 301307.60 |
| 36 | 94322.26 | 283965.39 | 301058.70 |
| 35 | 94312.60 | 283701.96 | 300810.24 |
| 34 | 94302.93 | 283438.96 | 300562.21 |
| 33 | 94293.25 | 283176.39 | 300314.62 |
| 32 | 94283.56 | 282914.26 | 300067.46 |
| 31 | 94273.86 | 282652.56 | 299820.73 |
| 30 | 94264.15 | 282391.29 | 299574.43 |
| 70 | | | |

| 19 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 33380.69 | 35411.86 | 106084.87 |
| 31 | 33408.10 | 35444.60 | 106095.80 |
| 32 | 33435.52 | 35477.35 | 106106.75 |
| 33 | 33462.93 | 35510.10 | 106117.70 |
| 34 | 33490.34 | 35542.86 | 106128.67 |
| 35 | 33517.75 | 35575.63 | 106139.65 |
| 36 | 33545.16 | 35608.40 | 106150.64 |
| 37 | 33572.56 | 35641.18 | 106161.64 |
| 38 | 33599.96 | 35673.97 | 106172.65 |
| 39 | 33627.35 | 35706.76 | 106183.67 |
| 40 | 33654.75 | 35739.56 | 106194.71 |
| 41 | 33682.14 | 35772.37 | 106205.75 |
| 42 | 33709.53 | 35805.18 | 106216.81 |
| 43 | 33736.91 | 35838.00 | 106227.88 |
| 44 | 33764.29 | 35870.83 | 106238.96 |
| 45 | 33791.67 | 35903.67 | 106250.05 |
| 46 | 33819.05 | 35936.51 | 106261.15 |
| 47 | 33846.42 | 35969.36 | 106272.27 |
| 48 | 33873.79 | 36002.22 | 106283.39 |
| 49 | 33901.16 | 36035.08 | 106294.53 |
| 50 | 33928.53 | 36067.95 | 106305.68 |
| 51 | 33955.89 | 36100.83 | 106316.84 |
| 52 | 33983.25 | 36133.71 | 106328.01 |
| 53 | 34010.60 | 36166.60 | 106339.19 |
| 54 | 34037.95 | 36199.50 | 106350.38 |
| 55 | 34065.30 | 36232.40 | 106361.58 |
| 56 | 34092.65 | 36265.31 | 106372.80 |
| 57 | 34120.00 | 36298.23 | 106384.03 |
| 58 | 34147.34 | 36331.15 | 106395.27 |
| 59 | 34174.68 | 36364.08 | 106406.52 |
| 60 | 34202.02 | 36397.02 | 106417.78 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 94264.15 | 282391.29 | 299574 43 |
| 29 | 94254.43 | 282130.45 | 299328.56 |
| 28 | 94244.71 | 281870.03 | 299083.12 |
| 27 | 94234.98 | 281610.04 | 298838.11 |
| 26 | 94225.24 | 281350.48 | 298593.52 |
| 25 | 94215.50 | 281091.34 | 298349.36 |
| 24 | 94205.75 | 280832.63 | 298105.63 |
| 23 | 94195.99 | 280574.33 | 297862.31 |
| 22 | 94186.22 | 280316.46 | 297619.42 |
| 21 | 94176.44 | 280059.01 | 297376.95 |
| 20 | 94166.65 | 279801.98 | 297134.90 |
| 19 | 94156.85 | 279545.37 | 296893.27 |
| 18 | 94147.05 | 279289.17 | 296652.05 |
| 17 | 94137.24 | 279033.39 | 296411.25 |
| 16 | 94127.42 | 278778.02 | 296170.87 |
| 15 | 94117.60 | 278523.07 | 295930.90 |
| 14 | 94107.77 | 278268.53 | 295691.35 |
| 13 | 94097.93 | 278014.40 | 295452.21 |
| 12 | 94088.08 | 277760.69 | 295213.48 |
| 11 | 94078.22 | 277507.38 | 294975.16 |
| 10 | 94068.35 | 277254.48 | 294737.25 |
| 9 | 94058.48 | 277001.99 | 294499.75 |
| 8 | 94048.60 | 276749.90 | 294262.65 |
| 7 | 94038.71 | 276498.22 | 294025.97 |
| 6 | 94028.81 | 276246.95 | 293789.60 |
| 5 | 94018.90 | 275996.08 | 293553.88 |
| 4 | 94008.99 | 275745.61 | 293318.33 |
| 3 | 93999.07 | 275495.54 | 293083.26 |
| 2 | 93989.14 | 275245.88 | 292848.58 |
| 1 | 93979.20 | 274996.61 | 292614.31 |
| 0 | 93969.26 | 274747.74 | 292380.44 |

70

| 20 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 34202.02 | 36397.02 | 106417.78 |
| 1 | 34229.35 | 36429.97 | 206429.05 |
| 2 | 34256.68 | 36462.92 | 106440.33 |
| 3 | 34284.01 | 36495.88 | 106451.63 |
| 4 | 34311.33 | 36528.85 | 106462.94 |
| 5 | 34338.65 | 36561.82 | 106474.26 |
| 6 | 34365.97 | 36594.80 | 106485.59 |
| 7 | 34393.29 | 36627.79 | 106496.93 |
| 8 | 34420.60 | 36660.79 | 106508.28 |
| 9 | 34447.91 | 36693.79 | 106519.64 |
| 10 | 34475.22 | 36726.80 | 106531.01 |
| 11 | 34502.52 | 36759.82 | 106542.40 |
| 12 | 34529.82 | 36792.84 | 106553.80 |
| 13 | 34557.12 | 36825.87 | 106565.21 |
| 14 | 34584.42 | 36858.91 | 106576.63 |
| 15 | 34611.71 | 36891.95 | 106588.07 |
| 16 | 34639.00 | 36925.00 | 106599.51 |
| 17 | 34666.29 | 36958.06 | 106610.97 |
| 18 | 34693.57 | 36991.13 | 106622.43 |
| 19 | 34720.85 | 37024.20 | 106633.91 |
| 20 | 34748.13 | 37057.28 | 106645.40 |
| 21 | 34775.40 | 37090.37 | 106656.90 |
| 22 | 34802.67 | 37123.46 | 106668.42 |
| 23 | 34829.94 | 37156.56 | 106679.94 |
| 24 | 34857.21 | 37189.67 | 106691.48 |
| 25 | 34884.47 | 37222.78 | 106703.02 |
| 26 | 34911.73 | 37255.90 | 106714.58 |
| 27 | 34938.99 | 37289.03 | 106726.15 |
| 28 | 34966.24 | 37322.17 | 106737.74 |
| 29 | 34993.49 | 37355.32 | 106749.34 |
| 30 | 35020.74 | 37388.47 | 106760.94 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 93969.26 | 274747.74 | 292380.44 |
| 59 | 93959.31 | 274499.27 | 292146.97 |
| 58 | 93949.35 | 274251.20 | 291913.89 |
| 57 | 93939.38 | 274003.52 | 291681.21 |
| 56 | 93929.40 | 273756.23 | 291448.92 |
| 55 | 93919.42 | 273509.34 | 291217.03 |
| 54 | 93909.43 | 273262.84 | 290985.53 |
| 53 | 93899.43 | 273016.74 | 290754.43 |
| 52 | 93889.42 | 272771.02 | 290523.72 |
| 51 | 93879.40 | 272525.69 | 290293.39 |
| 50 | 93869.37 | 272280.75 | 290063.46 |
| 49 | 93859.34 | 272036.20 | 280833.91 |
| 48 | 93849.30 | 271792.04 | 289604.75 |
| 47 | 93839.25 | 271548.26 | 289375.98 |
| 46 | 93829.19 | 271304.87 | 289147.60 |
| 45 | 93819.13 | 271061.86 | 288919.59 |
| 44 | 93809.06 | 270819.23 | 288691.98 |
| 43 | 93798.98 | 270576.99 | 288464.74 |
| 42 | 93788.89 | 270335.13 | 288237.89 |
| 41 | 93778.79 | 270093.64 | 288011.42 |
| 40 | 93768.69 | 260852.54 | 287785.32 |
| 39 | 93758.58 | 269611.81 | 287559.61 |
| 38 | 93948.46 | 269371.47 | 287334.28 |
| 37 | 93738.33 | 269131.49 | 287109.32 |
| 36 | 93728.19 | 268891.90 | 286884.74 |
| 35 | 93718.05 | 268652.67 | 286660.53 |
| 34 | 93707.90 | 268413.83 | 286436.70 |
| 33 | 93697.74 | 268175.35 | 286213.24 |
| 32 | 93687.57 | 267937.25 | 285990.15 |
| 31 | 93677.40 | 267699.51 | 285767.44 |
| 30 | 93667.22 | 267462.15 | 285545.09 |

69

| 20 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 35020.74 | 37388.47 | 106760.94 |
| 31 | 35047.99 | 37421.63 | 106772.55 |
| 32 | 35075.23 | 37454.79 | 106784.18 |
| 33 | 35102.47 | 37487.97 | 106795.82 |
| 34 | 35129.70 | 37521.15 | 106807.47 |
| 35 | 35156.93 | 37554.34 | 106819.14 |
| 36 | 35184.16 | 37587.53 | 106830.81 |
| 37 | 35211.39 | 37620.73 | 106842.50 |
| 38 | 35238.62 | 37653.94 | 106854.20 |
| 39 | 35265.84 | 37687.16 | 106865.91 |
| 40 | 35293.06 | 37720.38 | 106877.63 |
| 41 | 35320.27 | 37753.61 | 106889.36 |
| 42 | 35347.48 | 37786.85 | 106901.10 |
| 43 | 35374.69 | 37820.10 | 106912.86 |
| 44 | 35401.90 | 37853.35 | 106924.63 |
| 45 | 35429.10 | 37886.61 | 106936.41 |
| 46 | 35456.30 | 37919.88 | 106948.20 |
| 47 | 35483.50 | 37953.16 | 106960.00 |
| 48 | 35510.70 | 37986.44 | 106971.82 |
| 49 | 35537.89 | 38019.73 | 106983.64 |
| 50 | 35565.08 | 38053.03 | 106995.48 |
| 51 | 35592.26 | 38086.33 | 107007.33 |
| 52 | 35619.44 | 38119.64 | 107019.19 |
| 53 | 35646.62 | 38152.96 | 107031.06 |
| 54 | 35673.80 | 38186.29 | 107042.95 |
| 55 | 35700.97 | 38219.62 | 107054.84 |
| 56 | 35728.14 | 38252.96 | 107066.75 |
| 57 | 35755.31 | 38286.31 | 107078.67 |
| 58 | 35782.48 | 38319.67 | 107090.60 |
| 59 | 35809.64 | 38353.03 | 107102.54 |
| 60 | 35836.79 | 38386.40 | 107114.50 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 93667.22 | 267462.15 | 285545.09 |
| 29 | 93657.03 | 267225.16 | 285323.52 |
| 28 | 93646.83 | 266988.53 | 285101.82 |
| 27 | 93636.62 | 266752.27 | 284880.28 |
| 26 | 93626.40 | 266516.38 | 284659.41 |
| 25 | 93616.18 | 266280.85 | 284438.91 |
| 24 | 93605.95 | 266045.69 | 284218.77 |
| 23 | 93595.71 | 265810.89 | 283998.99 |
| 22 | 93585.46 | 265576.45 | 283779.58 |
| 21 | 93575.21 | 265342.38 | 283560.54 |
| 20 | 93564.95 | 265108.67 | 283341.85 |
| 19 | 93554.68 | 264875.31 | 283123.53 |
| 18 | 93544.40 | 264642.32 | 282905.56 |
| 17 | 93534.11 | 264409.69 | 282687.96 |
| 16 | 93523.82 | 264177.41 | 282470.71 |
| 15 | 93513.52 | 263945.49 | 282253.82 |
| 14 | 93503.21 | 263713.92 | 282037.29 |
| 13 | 93492.89 | 263482.71 | 281821.11 |
| 12 | 93482.56 | 263251.86 | 281605.29 |
| 11 | 93472.23 | 263021.36 | 281389.82 |
| 10 | 93461.89 | 262791.21 | 281174.71 |
| 9 | 93451.54 | 262561.41 | 280959.95 |
| 8 | 93441.18 | 262331.96 | 280745.54 |
| 7 | 93430.82 | 262102.86 | 280531.48 |
| 6 | 93420.45 | 261874.11 | 280317.77 |
| 5 | 93410.07 | 261645.71 | 280104.41 |
| 4 | 93399.68 | 261417.66 | 279891.40 |
| 3 | 93389.28 | 261189.95 | 279678.73 |
| 2 | 93378.87 | 260962.59 | 279466.41 |
| 1 | 93368.46 | 260735.58 | 279254.44 |
| 0 | 93358.04 | 260508.91 | 279042.81 |

69 | *II. Parte.*

| 21 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 35836.79 | 38386.40 | 107114.50 |
| 1 | 35863.95 | 38419.78 | 107126.47 |
| 2 | 35891.10 | 38453.17 | 107138.44 |
| 3 | 35918.25 | 38486.56 | 107150.43 |
| 4 | 35945.40 | 38519.96 | 107162.44 |
| 5 | 35972.54 | 38553.37 | 107174.45 |
| 6 | 35999.68 | 38586.79 | 107186.47 |
| 7 | 36026.82 | 38620.21 | 107198.51 |
| 8 | 36053.95 | 38653.64 | 107210.56 |
| 9 | 36081.08 | 38687.08 | 107222.62 |
| 10 | 36108.21 | 38720.53 | 107234.69 |
| 11 | 36135.33 | 38753.98 | 107246.78 |
| 12 | 36162.46 | 38787.44 | 107258.87 |
| 13 | 36189.58 | 38820.91 | 107270.98 |
| 14 | 36216.69 | 38854.39 | 107283.10 |
| 15 | 36243.80 | 38887.87 | 107295.23 |
| 16 | 36270.91 | 38921.36 | 107307.37 |
| 17 | 36298.02 | 38954.86 | 107319.53 |
| 18 | 36325.12 | 38988.37 | 107331.70 |
| 19 | 36352.22 | 39021.89 | 107343.88 |
| 20 | 36379.32 | 39055.41 | 107356.07 |
| 21 | 36406.41 | 39088.94 | 107368.27 |
| 22 | 36433.50 | 39122.48 | 107380.48 |
| 23 | 36460.59 | 39156.02 | 107392.71 |
| 24 | 36487.68 | 39189.57 | 107404.95 |
| 25 | 36514 76 | 39223.13 | 107417.20 |
| 26 | 36541.84 | 39256.70 | 107429.46 |
| 27 | 36568.92 | 39290.28 | 107441.73 |
| 28 | 36595.99 | 39323.86 | 107454.02 |
| 29 | 36623.06 | 39357.45 | 107466.31 |
| 30 | 36650.13 | 39391.05 | 107478.62 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 93358.04 | 260508.91 | 279042.81 |
| 59 | 93347.61 | 260282.58 | 278831.53 |
| 58 | 93337.17 | 260056.59 | 278620.55 |
| 57 | 93326.73 | 259830.95 | 278409.95 |
| 56 | 93316.28 | 259605.64 | 278199.73 |
| 55 | 93305.82 | 259380.68 | 277989.82 |
| 54 | 93295.35 | 259156.06 | 277780.24 |
| 53 | 93284.87 | 258931.77 | 277571.00 |
| 52 | 93274.39 | 258707.82 | 277362.11 |
| 51 | 93263.90 | 258484.21 | 277153.55 |
| 50 | 93253.40 | 258260.94 | 276945.32 |
| 49 | 93242.89 | 258038.00 | 276737.43 |
| 48 | 93232.38 | 257815.39 | 276529.88 |
| 47 | 93221.86 | 257593.12 | 276322.66 |
| 46 | 93211.33 | 257371.18 | 276115.78 |
| 45 | 93200.79 | 257149.57 | 275909.23 |
| 44 | 93190.24 | 256928.30 | 275703.01 |
| 43 | 93179.68 | 256707.35 | 275497.12 |
| 42 | 93169.12 | 256486.74 | 275291.57 |
| 41 | 93158.55 | 256266.45 | 275086.34 |
| 40 | 93147.97 | 256046.49 | 274881.44 |
| 39 | 93137.38 | 255826.86 | 274676.87 |
| 38 | 93126.79 | 255607.56 | 274472.63 |
| 37 | 93116.19 | 355388.58 | 274268.71 |
| 36 | 93105.58 | 255169.92 | 274065.12 |
| 35 | 93094.96 | 254951.60 | 273861.86 |
| 34 | 93084.33 | 254733.59 | 273658.92 |
| 33 | 93073.70 | 254515.91 | 273456.30 |
| 32 | 93063.06 | 254298.55 | 273254.00 |
| 31 | 93052.41 | 254081.51 | 273052.03 |
| 30 | 93041.75 | 253864.79 | 272850.38 |
| 68 | | | |

| 21 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 36650.13 | 39391.05 | 107478.62 |
| 31 | 36677.19 | 39424.66 | 107490.95 |
| 32 | 36704.25 | 39458.27 | 107503.28 |
| 33 | 36731.31 | 39491.89 | 107515.62 |
| 34 | 36758.36 | 39525.52 | 107527.98 |
| 35 | 36785.41 | 39559.16 | 107540.35 |
| 36 | 36812.46 | 39592.80 | 107552.73 |
| 37 | 36839.50 | 39626.45 | 107565.12 |
| 38 | 36866.54 | 39660.11 | 107577.53 |
| 39 | 36893.58 | 39693.78 | 107589.95 |
| 40 | 36920.62 | 39727.46 | 107602.37 |
| 41 | 36947.65 | 39761.14 | 107614.81 |
| 42 | 36974.68 | 39794.83 | 107627.27 |
| 43 | 37001.70 | 39828.53 | 107639.73 |
| 44 | 37028.72 | 39862.24 | 107652.21 |
| 45 | 37055.74 | 39895.96 | 107664.70 |
| 46 | 37082.76 | 39929.68 | 107677.20 |
| 47 | 37109.77 | 39963.41 | 107689.71 |
| 48 | 37136.78 | 39997.15 | 107702.24 |
| 49 | 37163.79 | 40030.89 | 107714.77 |
| 50 | 37190.80 | 40064.65 | 107727.32 |
| 51 | 37217.80 | 40098.41 | 107739.88 |
| 52 | 37244.80 | 40132.18 | 107752.46 |
| 53 | 37271.79 | 40165.96 | 107765.04 |
| 54 | 37298.78 | 40199.75 | 107777.64 |
| 55 | 37325.77 | 40233.54 | 107790.25 |
| 56 | 37352.75 | 40267.34 | 107802.87 |
| 57 | 37379.73 | 40301.15 | 107815.50 |
| 58 | 37406.71 | 40334.97 | 107828.15 |
| 59 | 37433.69 | 40368.79 | 107840.80 |
| 60 | 37460.66 | 40402.62 | 107853.47 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| [illegible] | 93041.75 | 253864.79 | 272850.38 |
| 29 | 93031.09 | 253648.39 | 272649.05 |
| 28 | 93020.42 | 253432.31 | 272448.04 |
| 27 | 93009.74 | 253216.55 | 272247.35 |
| 26 | 92999.05 | 253001.11 | 272046.98 |
| 25 | 92988.35 | 252785.98 | 271846.93 |
| 24 | 92977.65 | 252571.17 | 271647.19 |
| 23 | 92966.94 | 252356.67 | 271447.77 |
| 22 | 92956.22 | 252142.49 | 271248.66 |
| 21 | 92945.49 | 251928.63 | 271049.87 |
| 20 | 92934.75 | 251715.07 | 270851.39 |
| 19 | 92924.01 | 251501.83 | 270653.23 |
| 18 | 92913.26 | 251288.90 | 270455.38 |
| 17 | 92902.50 | 251076.29 | 270257.84 |
| 16 | 92891.73 | 250863.98 | 270060.61 |
| 15 | 92880.95 | 250651.98 | 269863.70 |
| 14 | 92870.17 | 250440.29 | 269667.09 |
| 13 | 92859.38 | 250228.91 | 269470.79 |
| 12 | 92848.58 | 250017.84 | 269274.80 |
| 11 | 92837.77 | 249807.07 | 269079.12 |
| 10 | 92826.96 | 249596.61 | 268883.74 |
| 9 | 92816.14 | 249386.45 | 268688.67 |
| 8 | 92805.31 | 249176.60 | 268493.91 |
| 7 | 92794.47 | 248967.06 | 268299.45 |
| 6 | 92783.62 | 248757.81 | 268105.30 |
| 5 | 92772.77 | 248548.87 | 267911.45 |
| 4 | 92761.91 | 248340.23 | 267717.90 |
| 3 | 92751.04 | 248131.90 | 267524.65 |
| 2 | 92740.16 | 247923.86 | 267331.70 |
| 1 | 92729.28 | 247716.12 | 267139.06 |
| 0 | 92718.39 | 247508.69 | 266946.72 |
| 68 | | | |

| 22 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 37460.66 | 40402.62 | 107853.4[illegible] |
| 1 | 37487.63 | 40436.46 | 107866.16 |
| 2 | 37514.59 | 40470.31 | 107878.85 |
| 3 | 37541.56 | 40504.17 | 107891.56 |
| 4 | 37568.52 | 40538.04 | 107904.27 |
| 5 | 37595.47 | 40571.91 | 107917.00 |
| 6 | 37622.43 | 40605.79 | 107929.75 |
| 7 | 37649.38 | 40639.68 | 107942.50 |
| 8 | 37676.32 | 40673.58 | 107955.27 |
| 9 | 37703.27 | 40707.48 | 107968.05 |
| 10 | 37730.21 | 40741.39 | 107980.84 |
| 11 | 37757.14 | 40775.31 | 107993.64 |
| 12 | 37784.08 | 40809.24 | 108006.46 |
| 13 | 37811.01 | 40843.18 | 108019.28 |
| 14 | 37837.94 | 40877.13 | 108032.12 |
| 15 | 37864.86 | 40911.08 | 108044.97 |
| 16 | 37891.78 | 40945.04 | 108057.84 |
| 17 | 37918.70 | 40979.01 | 108070.71 |
| 18 | 37945.62 | 41012.99 | 108083.60 |
| 19 | 37972.53 | 41046.97 | 108096.50 |
| 20 | 37999.44 | 41080.97 | 108109.42 |
| 21 | 38026.34 | 41114.97 | 108122.34 |
| 22 | 38053.24 | 41148.98 | 108135.28 |
| 23 | 38080.14 | 41183.00 | 108148.22 |
| 24 | 38107.04 | 41217.03 | 108161.19 |
| 25 | 38133.93 | 41251.06 | 108174.17 |
| 26 | 38160.82 | 41285.10 | 108187.15 |
| 27 | 38187.70 | 41319.15 | 108200.15 |
| 28 | 38214.59 | 41353.21 | 108213.16 |
| 29 | 38241.47 | 41387.28 | 108226.18 |
| 30 | 38268.34 | 41421.36 | 108239.22 |

| ' | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 92718.39 | 247508.69 | 266946.72 |
| 59 | 92707.45 | 247301.55 | 266754.67 |
| 58 | 92696.58 | 247094.70 | 266562.92 |
| 57 | 92685.66 | 246888.16 | 266371.48 |
| 56 | 92674.73 | 246681.91 | 266180.33 |
| 55 | 92663.80 | 246475.96 | 265989.47 |
| 54 | 92652.86 | 246270.30 | 265798.91 |
| 53 | 92641.91 | 246064.94 | 265608.65 |
| 52 | 92630.96 | 245859.87 | 265418.68 |
| 51 | 92620.00 | 245655.09 | 265229.01 |
| 50 | 92609.03 | 245450.61 | 265039.62 |
| 49 | 92598.05 | 245246.42 | 264850.54 |
| 48 | 92687.06 | 245042.52 | 264661.74 |
| 47 | 92576.06 | 244838.91 | 264473.23 |
| 46 | 92565.06 | 244635.55 | 264285.02 |
| 45 | 92554.05 | 244432.56 | 264097.09 |
| 44 | 92543.03 | 244229.82 | 263909.46 |
| 43 | 92532.00 | 244027.36 | 263722.11 |
| 42 | 92520.97 | 243825.19 | 263535.05 |
| 41 | 92509.93 | 243623.31 | 263348.28 |
| 40 | 92498.88 | 243421.72 | 263161.80 |
| 39 | 92487.82 | 243220.41 | 262975.60 |
| 38 | 92476.75 | 243019.38 | 262789.69 |
| 37 | 92465.68 | 242818.64 | 262604.06 |
| 36 | 92454.60 | 242618.19 | 262418.72 |
| 35 | 92443.51 | 242418.01 | 262233.66 |
| 34 | 92432.41 | 242218.12 | 262048.88 |
| 33 | 92421.31 | 242018.51 | 261864.35 |
| 32 | 92410.29 | 241819.18 | 261680.18 |
| 31 | 92399.08 | 241620.13 | 261496.24 |
| 30 | 92387.95 | 241421.26 | 261312.55 |

67

| 22 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 38268.34 | 41421.36 | 108239.22 |
| 31 | 38295.22 | 41455.44 | 108252.27 |
| 32 | 38322.09 | 41489.53 | 108265.33 |
| 33 | 38348.95 | 41523.63 | 108278 40 |
| 34 | 38375.82 | 41557.74 | 108291.49 |
| 35 | 38402.68 | 41591.86 | 108304.58 |
| 36 | 38429.53 | 41625.99 | 108317.69 |
| 37 | 38456.39 | 41660.12 | 108330.81 |
| 38 | 38483.24 | 41694.26 | 108343.95 |
| 39 | 38510.08 | 41728.41 | 108357.09 |
| 40 | 38536.93 | 41762.57 | 108370.25 |
| 41 | 38563.77 | 41796.74 | 108383.42 |
| 42 | 38590.60 | 41830.91 | 108396.61 |
| 43 | 38617.44 | 41865.09 | 108409.80 |
| 44 | 38644.27 | 41899.28 | 108423 01 |
| 45 | 38671.10 | 41933.48 | 108436.23 |
| 46 | 38697.92 | 41967.69 | 108449.47 |
| 47 | 38724.74 | 42001.91 | 108462.71 |
| 48 | 38751.56 | 42036.13 | 108475.97 |
| 49 | 38778.37 | 42070.36 | 108489.24 |
| 50 | 38805.18 | 42104.60 | 108502.52 |
| 51 | 38831.99 | 42138.85 | 108515.82 |
| 52 | 38858.80 | 42173.11 | 108529.13 |
| 53 | 38885.60 | 42207.38 | 108542.45 |
| 54 | 38912.39 | 42241.66 | 108555.78 |
| 55 | 38939.19 | 42275.94 | 108569.12 |
| 56 | 58965.98 | 42310.23 | 108582.48 |
| 57 | 38992.77 | 42344.53 | 108595.85 |
| 58 | 39019.55 | 42378.84 | 108609.24 |
| 59 | 39046.33 | 42413.16 | 108622.63 |
| 60 | 39073.11 | 42447.49 | 108636.04 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 92387.95 | 241421.36 | 261312.59 |
| 29 | 92376.81 | 241222.86 | 261129.22 |
| 28 | 92365.67 | 241024.65 | 260946.13 |
| 27 | 92354.52 | 240826.72 | 260763.32 |
| 26 | 92343.36 | 240629.06 | 260580.78 |
| 25 | 92332.19 | 240431.68 | 260398.52 |
| 24 | 92321.02 | 240234.57 | 260216.54 |
| 23 | 92309.84 | 240037.74 | 260034.84 |
| 22 | 92298.65 | 239841.18 | 259853.41 |
| 21 | 92287.45 | 239644.90 | 259672.25 |
| 20 | 92276.24 | 239448.89 | 259491.37 |
| 19 | 92265.03 | 239253.16 | 259310.77 |
| 18 | 92253.81 | 239057.69 | 259130.43 |
| 17 | 92242.58 | 238862.50 | 258950.37 |
| 16 | 92231.34 | 238667.58 | 258770.58 |
| 15 | 92220.09 | 238472.93 | 258591.07 |
| 14 | 92208.84 | 238278.55 | 258411.82 |
| 13 | 92197.58 | 248084.44 | 258232.84 |
| 12 | 92186.31 | 237890.60 | 258054.14 |
| 11 | 92175.03 | 237697.03 | 257875.70 |
| 10 | 92163.75 | 237503.72 | 257697.53 |
| 9 | 92152.46 | 237310.68 | 257519.63 |
| 8 | 92141.16 | 237117.91 | 257341.99 |
| 7 | 92129.85 | 236925.40 | 257164.62 |
| 6 | 92118.54 | 236733.16 | 256987.52 |
| 5 | 92107.22 | 236541.18 | 256810.69 |
| 4 | 92095.89 | 236349.46 | 256634.12 |
| 3 | 92084.55 | 236158.01 | 256457.81 |
| 2 | 92073.20 | 235966.83 | 256281.76 |
| 1 | 92061.85 | 235775.90 | 256105.99 |
| 0 | 92050.49 | 235585.24 | 255930.47 |
| 67 | | | |

| 23 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 39073.11 | 42447.49 | 108636.04 |
| 1 | 39099.89 | 42481.82 | 108649.46 |
| 2 | 39126.66 | 42516.16 | 108662.89 |
| 3 | 39153.43 | 42550.51 | 108676.34 |
| 4 | 39180.19 | 42584.87 | 108689.79 |
| 5 | 39206.95 | 42619.24 | 108703.26 |
| 6 | 39233.71 | 42653.62 | 108716.75 |
| 7 | 39260.47 | 42688.00 | 108730.24 |
| 8 | 39287.22 | 42722.39 | 108743.75 |
| 9 | 39313.97 | 42756.79 | 108757.27 |
| 10 | 39340.71 | 42791.20 | 108770.80 |
| 11 | 39367.45 | 42825.62 | 108784.35 |
| 12 | 39394.19 | 42860.05 | 108797.91 |
| 13 | 39420.93 | 42894.49 | 108811.48 |
| 14 | 39447.66 | 42928.94 | 108825.06 |
| 15 | 39474.39 | 42963.39 | 108838.66 |
| 16 | 39501.11 | 42997.85 | 108852.27 |
| 17 | 39527.83 | 43032.32 | 108865.89 |
| 18 | 39554.55 | 43066.80 | 108879.52 |
| 19 | 39581.27 | 43101.29 | 108893.17 |
| 20 | 39607.98 | 43135.79 | 108906.83 |
| 21 | 39634.69 | 43170.30 | 108920.50 |
| 22 | 39661.39 | 43204.81 | 108934.18 |
| 23 | 39688.09 | 43239.33 | 108947.88 |
| 24 | 39714.79 | 43273.86 | 108961.59 |
| 25 | 39741.48 | 43308.40 | 108975.31 |
| 26 | 39768.17 | 43342.95 | 108989.04 |
| 27 | 39794.86 | 43377.51 | 109002.79 |
| 28 | 39821.55 | 43412.08 | 109016.55 |
| 29 | 39848.23 | 43446.66 | 109030.32 |
| 30 | 39874.91 | 43481.24 | 109044.11 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 92050.49 | 235585.24 | 255930.47 |
| 59 | 92039.12 | 235394.83 | 255755.21 |
| 58 | 92027.74 | 235204.69 | 255580.22 |
| 57 | 92016.35 | 235014.81 | 255405.48 |
| 56 | 92004.96 | 234825.19 | 255231.01 |
| 55 | 91993.56 | 234635.82 | 255056.80 |
| 54 | 91982.15 | 234446.72 | 254882.84 |
| 53 | 91970.73 | 234257.87 | 254709.15 |
| 52 | 91959.31 | 234069.28 | 254535.71 |
| 51 | 91947.88 | 233880.95 | 254362.53 |
| 50 | 91936.44 | 233692.87 | 254189.61 |
| 49 | 91924.99 | 233505.05 | 254016.94 |
| 48 | 91913.53 | 233317.48 | 253844.53 |
| 47 | 91902.07 | 233130.17 | 253672.38 |
| 46 | 91890.60 | 232943.11 | 253500.48 |
| 45 | 91879.12 | 232756.30 | 253328.83 |
| 44 | 91867.63 | 232569.75 | 253157.44 |
| 43 | 91856.14 | 232383.45 | 252986.30 |
| 42 | 91844.64 | 232197.40 | 252815.41 |
| 41 | 91833.13 | 232011.60 | 252644.78 |
| 40 | 91821.61 | 231826.06 | 252474.40 |
| 39 | 91810.08 | 231640.76 | 252304.26 |
| 38 | 91798.55 | 231455.71 | 252134.38 |
| 37 | 91787.01 | 231270.91 | 251964.75 |
| 36 | 91775.46 | 231086.36 | 251795.37 |
| 35 | 91763.90 | 230902.06 | 251626.24 |
| 34 | 91752.34 | 230718.01 | 251457.35 |
| 33 | 91740.77 | 230534.20 | 251288.71 |
| 32 | 91729.19 | 230350.64 | 251120.32 |
| 31 | 91717.60 | 230167.32 | 250952.18 |
| 30 | 91706.01 | 229984.25 | 250784.28 |
| 66 | | | |

| 23 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 39874.91 | 43481.24 | 109044.11 |
| 31 | 39901.58 | 43515.83 | 109057.91 |
| 32 | 39928.25 | 43550.43 | 109071.72 |
| 33 | 39954.92 | 43585.04 | 109085.54 |
| 34 | 39981.58 | 43619.66 | 109099.38 |
| 35 | 40008.24 | 43654.29 | 109113.23 |
| 36 | 40034.90 | 43688.93 | 109127.09 |
| 37 | 40061.56 | 43723.58 | 109140.97 |
| 38 | 40088.21 | 43758.23 | 109154.86 |
| 39 | 40114.86 | 43792.89 | 109168.76 |
| 40 | 40141.50 | 43827.56 | 109182.67 |
| 41 | 40168.14 | 43862.24 | 109196.59 |
| 42 | 40194.78 | 43896.93 | 109210.53 |
| 43 | 40221.41 | 43931.63 | 109224.48 |
| 44 | 40248.04 | 43966.34 | 109238.45 |
| 45 | 40274.67 | 44001.06 | 109252.43 |
| 46 | 40301.29 | 44035.78 | 109266.42 |
| 47 | 40327.91 | 44070.51 | 109280.42 |
| 48 | 40354.53 | 44105.25 | 109294.44 |
| 49 | 40381.14 | 44140.00 | 109308.47 |
| 50 | 40407.75 | 44174.76 | 109322.51 |
| 51 | 40434.36 | 44209.53 | 109336.56 |
| 52 | 40460.96 | 44244.31 | 109350.63 |
| 53 | 40487.56 | 44279.10 | 109364.71 |
| 54 | 40514.16 | 44313.90 | 109378.80 |
| 55 | 40540.75 | 44348.71 | 109392.91 |
| 56 | 40567.34 | 44383.53 | 109407.03 |
| 57 | 40593.93 | 44418.35 | 109421.16 |
| 58 | 40620.51 | 44453.18 | 109435.30 |
| 59 | 40647.09 | 44488.02 | 109449.46 |
| 60 | 40673.66 | 44522.87 | 109463.63 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 91706.01 | 229984.25 | 250784.28 |
| 29 | 91694.41 | 229801.43 | 250616.63 |
| 28 | 91682.80 | 229618.85 | 250449.23 |
| 27 | 91671.18 | 229436.51 | 250282.07 |
| 26 | 91659.55 | 229254.42 | 250115.15 |
| 25 | 91647.91 | 229072.57 | 249948.47 |
| 24 | 91636.27 | 228890.96 | 249782.04 |
| 23 | 91624.62 | 228709.59 | 249615.86 |
| 22 | 91612.96 | 228528.46 | 249449.91 |
| 21 | 91601.30 | 228347.58 | 249284.21 |
| 20 | 91589.63 | 228166.93 | 249118.74 |
| 19 | 91577.95 | 227986.53 | 248953.52 |
| 18 | 91566.26 | 227806.36 | 248788.54 |
| 17 | 91554.56 | 227626.43 | 248623.80 |
| 16 | 91542.86 | 227446.74 | 248459.29 |
| 15 | 91531.15 | 227267.29 | 248295.03 |
| 14 | 91519.43 | 227088.07 | 248131.00 |
| 13 | 91507.70 | 226909.09 | 247967.21 |
| 12 | 91495.96 | 226730.35 | 247803.66 |
| 11 | 91484.22 | 226551.84 | 247640.34 |
| 10 | 91472.47 | 226373.57 | 247477.26 |
| 9 | 91460.71 | 226195.53 | 247314.42 |
| 8 | 91448.95 | 226017.73 | 247151.81 |
| 7 | 91437.18 | 225840.16 | 246989.43 |
| 6 | 91425.40 | 225662.83 | 246827.29 |
| 5 | 91413.61 | 225485.72 | 246665.38 |
| 4 | 91401 81 | 225308.85 | 246503.71 |
| 3 | 91390.00 | 225132.21 | 246342.27 |
| 2 | 91378.19 | 224955.80 | 246181.06 |
| 1 | 91366.37 | 224779.62 | 246020.08 |
| 0 | 91354.54 | 224603.68 | 245859.33 |

65|

| 24 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 40673.66 | 44522.87 | 109463.63 |
| 1 | 40700.23 | 44557.73 | 109477.81 |
| 2 | 40726.80 | 44592.60 | 109492.01 |
| 3 | 40753.37 | 44627.48 | 109506.22 |
| 4 | 40779.93 | 44662.37 | 109520.44 |
| 5 | 40806.49 | 44697.27 | 109534.67 |
| 6 | 40833.05 | 44732.17 | 109548.92 |
| 7 | 40859.60 | 44767.08 | 109563.18 |
| 8 | 40886.15 | 44802.00 | 109577.46 |
| 9 | 40912.69 | 44836.93 | 109591.74 |
| 10 | 40939.23 | 44871.87 | 109606.04 |
| 11 | 40965.77 | 44906.82 | 109620.36 |
| 12 | 40992.30 | 44941.78 | 109634.68 |
| 13 | 41018.83 | 44976.75 | 109649.02 |
| 14 | 41045.36 | 45011.73 | 109663.37 |
| 15 | 41071.89 | 45046.72 | 109677.74 |
| 16 | 41098.41 | 45081.72 | 109692.12 |
| 17 | 41124.93 | 45116.73 | 109706.51 |
| 18 | 41151.44 | 45151.74 | 109720.91 |
| 19 | 41177.95 | 45186.76 | 109735.33 |
| 20 | 41204.46 | 45221.79 | 100749.76 |
| 21 | 41230.96 | 45256.83 | 109764.20 |
| 22 | 41257.46 | 45291.88 | 109778.66 |
| 23 | 41283.95 | 45326.94 | 109793.13 |
| 24 | 41310.44 | 45362.01 | 109807.61 |
| 25 | 41336.93 | 45397.09 | 109822.11 |
| 26 | 41363.42 | 45432.18 | 100836.62 |
| 27 | 41389.90 | 45467.28 | 109851.14 |
| 28 | 41416.38 | 45502.39 | 109865.68 |
| 29 | 41442.85 | 45537.51 | 109880.23 |
| 30 | 41469.32 | 45572.64 | 109894.79 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 91354.54 | 224603.68 | 245859.33 |
| 59 | 91342.71 | 224427.96 | 245698.82 |
| 58 | 91330.87 | 224252.47 | 245538.53 |
| 57 | 91319.02 | 224077.21 | 245378.48 |
| 56 | 91307.16 | 223902.18 | 245218.65 |
| 55 | 91295.29 | 223727.38 | 245059.05 |
| 54 | 91283.42 | 223552.80 | 244899.68 |
| 53 | 91271.54 | 223378.45 | 244740.54 |
| 52 | 91259.65 | 223204.33 | 244581.63 |
| 51 | 91247.75 | 223030.43 | 244422.94 |
| 50 | 91235.84 | 222856.76 | 244264.48 |
| 49 | 91223.93 | 222683.31 | 244106.24 |
| 48 | 91212.01 | 222510.09 | 243948.23 |
| 47 | 91200.08 | 222337.09 | 243790.45 |
| 46 | 91188.14 | 222164.32 | 243632.89 |
| 45 | 91176.20 | 221991.77 | 243475.55 |
| 44 | 91164.25 | 221819.44 | 243318.44 |
| 43 | 91152.29 | 221647.33 | 243161.55 |
| 42 | 91140.32 | 221475.45 | 243004.89 |
| 41 | 91128.35 | 221303.79 | 242848.44 |
| 40 | 91116.37 | 221132.34 | 242692.22 |
| 39 | 91104.38 | 220961.12 | 242536.22 |
| 38 | 91092.38 | 220790.12 | 242380.44 |
| 37 | 91080.38 | 220619.34 | 242224.88 |
| 36 | 91068.37 | 220448.78 | 242069.54 |
| 35 | 91056.35 | 220278.43 | 241914.42 |
| 34 | 91044.32 | 220108.31 | 241759.52 |
| 33 | 91032.28 | 219938.40 | 241604.84 |
| 32 | 91020.24 | 219768.71 | 241450.38 |
| 31 | 91008.19 | 219599.23 | 241296.13 |
| 30 | 90996.13 | 219429.97 | 241142.10 |
| 65 | | | |

| 24 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 41469.32 | 45572.64 | 109894.79 |
| 31 | 41495.79 | 45607.77 | 109909.36 |
| 32 | 41522.26 | 45642.91 | 109923.95 |
| 33 | 41548.72 | 45678.06 | 109938.55 |
| 34 | 41575.18 | 45713.22 | 109953.17 |
| 35 | 41601.63 | 45748.39 | 209967.79 |
| 36 | 41628.08 | 45783.57 | 109982.43 |
| 37 | 41654.53 | 45818.76 | 109997.09 |
| 38 | 41680.97 | 45853.96 | 110011.76 |
| 39 | 41707.41 | 45889.17 | 110026.44 |
| 40 | 41733.85 | 45924.39 | 110041.13 |
| 41 | 41760.28 | 45959.62 | 110055.84 |
| 42 | 41786.71 | 45994.86 | 110070.56 |
| 43 | 41813.13 | 46030.11 | 110085.29 |
| 44 | 41839.55 | 46065.37 | 110100.04 |
| 45 | 41865.97 | 46100.64 | 110114.80 |
| 46 | 41892.39 | 46135.91 | 110129.57 |
| 47 | 41918.80 | 46171.19 | 110144.36 |
| 48 | 41945.21 | 46206.48 | 110159.16 |
| 49 | 41971.61 | 46241.78 | 110173.97 |
| 50 | 41998.01 | 26277.09 | 110188.79 |
| 51 | 42024.41 | 46312.42 | 110203.63 |
| 52 | 42050.80 | 46347.76 | 110218.49 |
| 53 | 42077.19 | 46383.11 | 110233.35 |
| 54 | 42103.58 | 46418.46 | 110248.23 |
| 55 | 42129.96 | 46453.82 | 110263.13 |
| 56 | 42156.34 | 46489.19 | 110278.03 |
| 57 | 42182.72 | 46524.57 | 110292.95 |
| 58 | 42209.09 | 46559.96 | 110307.89 |
| 59 | 42235.46 | 46595.36 | 110322.83 |
| 60 | 42261.83 | 46630.77 | 110337.79 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 90996.13 | 219429.97 | 241142.10 |
| 29 | 90984.06 | 219260.93 | 240988.29 |
| 28 | 90971.98 | 219092.10 | 240834.69 |
| 27 | 90959.90 | 218923.49 | 240681.32 |
| 26 | 90947.81 | 218755.10 | 240528.15 |
| 25 | 90935.71 | 218586.91 | 240375.20 |
| 24 | 90923.61 | 218418.94 | 240222.47 |
| 23 | 90911.50 | 218251.19 | 240069.95 |
| 22 | 90899.38 | 218083.64 | 239917.64 |
| 21 | 90887.25 | 217916.31 | 239765.55 |
| 20 | 90875.11 | 217749.20 | 239613.67 |
| 19 | 90862.97 | 217582.29 | 239462.01 |
| 18 | 90850.82 | 217415.59 | 239310.55 |
| 17 | 90838.66 | 217249.11 | 239159.31 |
| 16 | 90826.49 | 217082.83 | 239008.28 |
| 15 | 90814.32 | 216916.77 | 238857.46 |
| 14 | 90802.14 | 216750.91 | 238706.85 |
| 13 | 90789.95 | 216585.27 | 238556.45 |
| 12 | 90777.75 | 216419.83 | 238406.25 |
| 11 | 90765.54 | 216254.60 | 238256.27 |
| 10 | 90753.33 | 216089.58 | 238106.50 |
| 9 | 90741.11 | 215924.76 | 237956.93 |
| 8 | 90728.88 | 215760.15 | 237807.58 |
| 7 | 90716.64 | 215595.75 | 237658.43 |
| 6 | 90704.40 | 215431.56 | 237509.49 |
| 5 | 90692.15 | 215267.57 | 237360.75 |
| 4 | 90679.89 | 215103.78 | 237212.22 |
| 3 | 90667.62 | 214940.20 | 237063.90 |
| 2 | 90655.35 | 214776.83 | 236915.78 |
| 1 | 90643.07 | 214613.66 | 236767.87 |
| 0 | 90630.78 | 214450.69 | 236620.16 |
| 65 | *II. Parte.* | | O |

| 25 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 42261.83 | 46630.77 | 110337.79 |
| 1 | 42288.19 | 46666.19 | 110352.77 |
| 2 | 42314.55 | 46701.62 | 110367.75 |
| 3 | 42340.90 | 46737.06 | 110382.75 |
| 4 | 42367.25 | 46772.51 | 110397.77 |
| 5 | 42393.60 | 46807.97 | 110412.79 |
| 6 | 42419.94 | 46843.43 | 110427.83 |
| 7 | 42446.28 | 46878.90 | 110442.89 |
| 8 | 42472.62 | 46914.38 | 110457.95 |
| 9 | 42498.95 | 46949.88 | 110473.03 |
| 10 | 42525.28 | 46985.39 | 110488.13 |
| 11 | 42551.61 | 47020.90 | 110503.24 |
| 12 | 42577.93 | 47056.43 | 110518.36 |
| 13 | 42604.25 | 47091.96 | 110533.49 |
| 14 | 42630.56 | 47127.51 | 110548.64 |
| 15 | 42656.87 | 47163.06 | 110563.80 |
| 16 | 42683.18 | 47198.63 | 110578.98 |
| 17 | 42709.49 | 47234.20 | 110594.17 |
| 18 | 42735.79 | 47269.78 | 110609.37 |
| 19 | 42762.09 | 47305.38 | 110624.58 |
| 20 | 42788.38 | 47340.98 | 110639.81 |
| 21 | 42814.67 | 47376.59 | 110655.06 |
| 22 | 42840.95 | 47412.22 | 110670.31 |
| 23 | 42867.23 | 47447.85 | 110685.58 |
| 24 | 42893.51 | 47483.49 | 110700.87 |
| 25 | 42919.79 | 47519.14 | 110716.16 |
| 26 | 42946.06 | 47554.81 | 110731.47 |
| 27 | 42972.33 | 47590.48 | 110746.80 |
| 28 | 42998.59 | 47626.16 | 110762.14 |
| 29 | 43024.85 | 47661.85 | 110777.49 |
| 30 | 43051.11 | 47697.55 | 110792.85 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 90630.78 | 214450.69 | 236620.16 |
| 59 | 90618.48 | 214287.93 | 236472.65 |
| 58 | 90606.17 | 214125.37 | 236325.35 |
| 57 | 90593.86 | 213963.01 | 236178.26 |
| 56 | 90581.54 | 213800.85 | 236031.36 |
| 55 | 90569.21 | 213638.89 | 235884.67 |
| 54 | 90556.88 | 213477.14 | 235738.18 |
| 53 | 90544.54 | 213315.59 | 235591.89 |
| 52 | 90532.19 | 213154.23 | 235445.81 |
| 51 | 90519.83 | 212993.08 | 235299.92 |
| 50 | 90507.46 | 212832.13 | 235154.24 |
| 49 | 90495.09 | 212671.37 | 235008.75 |
| 48 | 90482.71 | 212510.82 | 234863.47 |
| 47 | 90470.32 | 212350.46 | 234718.38 |
| 46 | 90457.92 | 212190.30 | 234573.49 |
| 45 | 90445.51 | 212030.34 | 234428.80 |
| 44 | 90433.10 | 211870.57 | 234284.31 |
| 43 | 90420.68 | 211711.01 | 234140.02 |
| 42 | 90408.25 | 211551.64 | 233995.93 |
| 41 | 90395.82 | 211392.46 | 233852.03 |
| 40 | 90383.38 | 211233.48 | 233708.33 |
| 39 | 90370.93 | 211074.70 | 233564.82 |
| 38 | 90358.47 | 210916.11 | 233421.52 |
| 37 | 90346.00 | 210757.71 | 233278.40 |
| 36 | 90333.53 | 210599.51 | 233135.48 |
| 35 | 90321.05 | 210441.50 | 232992.76 |
| 34 | 90308.56 | 210283.69 | 232850.23 |
| 33 | 90296.06 | 210126.07 | 232707.90 |
| 32 | 90283.56 | 209968.64 | 232565.75 |
| 31 | 90271.05 | 209811.40 | 232423.81 |
| 30 | 90258.53 | 209654.36 | 232282.05 |
| 64 | | | |

| 25 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 43051.11 | 47697.55 | 110792.85 |
| 31 | 43077.36 | 47733.26 | 110808.23 |
| 32 | 43103.61 | 47768.99 | 110823.63 |
| 33 | 43129.86 | 47804.72 | 110839.03 |
| 34 | 43156.10 | 47840.46 | 110854.45 |
| 35 | 43182.34 | 47876.21 | 110869.89 |
| 36 | 43208.57 | 47911.97 | 110885.33 |
| 37 | 43234.80 | 47947.74 | 110900.79 |
| 38 | 43261.03 | 47983.52 | 110916.27 |
| 39 | 43287.26 | 48019.32 | 110931.76 |
| 40 | 43313.48 | 48055.12 | 110947.26 |
| 41 | 43339.70 | 48090.93 | 110962.77 |
| 42 | 43365.91 | 48126.75 | 110978.30 |
| 43 | 43392.12 | 48162.58 | 110993.85 |
| 44 | 43418.33 | 48198.42 | 111009.41 |
| 45 | 43444.53 | 48234.27 | 111024.98 |
| 46 | 43470.73 | 48270.14 | 111040.56 |
| 47 | 43496.92 | 48306.01 | 111056.16 |
| 48 | 43523.11 | 48341.89 | 111071.77 |
| 49 | 43549.30 | 48377.78 | 111087.40 |
| 50 | 33575.48 | 48413.68 | 111103.04 |
| 51 | 43601.66 | 48449.59 | 111118.69 |
| 52 | 43627.84 | 48485.52 | 111134.36 |
| 53 | 43654.01 | 48521.45 | 111150.04 |
| 54 | 43680.18 | 48557.39 | 111165.73 |
| 55 | 43706.34 | 48593.34 | 111181.44 |
| 56 | 43732.50 | 48629.31 | 111197.16 |
| 57 | 43758.66 | 48665.28 | 111212.90 |
| 58 | 43784.82 | 48701.26 | 111228.65 |
| 59 | 43810.97 | 48737.26 | 111244.42 |
| 60 | 43837.12 | 48773.26 | 111260.19 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 90258.53 | 209654.36 | 232282.05 |
| 29 | 90246.00 | 209497.51 | 232140.49 |
| 28 | 90233.47 | 209340.84 | 231999.11 |
| 27 | 90220.93 | 209184.37 | 231857.94 |
| 26 | 90208.38 | 209028.09 | 231716.95 |
| 25 | 90195.82 | 208872.00 | 231576.15 |
| 24 | 90183.25 | 208716.10 | 231435.54 |
| 23 | 90170.68 | 208560.39 | 231295.13 |
| 22 | 90158.10 | 208404.86 | 231154.90 |
| 21 | 90145.51 | 208249.53 | 231014.86 |
| 20 | 90132.91 | 208094.38 | 230875.01 |
| 19 | 90120.31 | 207939.42 | 230735.35 |
| 18 | 90107.70 | 207784.65 | 230595.88 |
| 17 | 90095.08 | 207630.07 | 230456.60 |
| 16 | 90082.45 | 207475.67 | 230317.51 |
| 15 | 90069.82 | 207321.46 | 230178.60 |
| 14 | 90057.18 | 207167.43 | 230039.88 |
| 13 | 90044.53 | 207013.59 | 229901.34 |
| 12 | 90031.87 | 206859.93 | 229762.99 |
| 11 | 90019.21 | 206706.46 | 229624.83 |
| 10 | 90006.54 | 206553.18 | 229486.85 |
| 9 | 89993.86 | 206400.08 | 229349.06 |
| 8 | 89981.17 | 206247.16 | 229211.45 |
| 7 | 89968.48 | 206094.42 | 229074.03 |
| 6 | 89955.78 | 205941.87 | 228936.79 |
| 5 | 89943.07 | 205789.50 | 228799.74 |
| 4 | 89930.35 | 205637.32 | 228662.86 |
| 3 | 89917.62 | 205485.31 | 228526.18 |
| 2 | 89904.89 | 205333.49 | 228389.67 |
| 1 | 89892.15 | 205181.84 | 228253.34 |
| 0 | 89879.40 | 205030.38 | 228117.20 |
| 64 | | | |

| 26 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 43837.12 | 48773.26 | 111260.19 |
| 1 | 43863.26 | 48809.27 | 111275.98 |
| 2 | 43889.40 | 48845.30 | 111291.79 |
| 3 | 43915.53 | 48881.33 | 111307.61 |
| 4 | 43941.66 | 48917.37 | 111323.45 |
| 5 | 43967.79 | 48953.43 | 111339.30 |
| 6 | 43993.92 | 48989.49 | 111355.16 |
| 7 | 44020.04 | 49025.57 | 111371.03 |
| 8 | 44046.16 | 49061.66 | 111386.92 |
| 9 | 44072.27 | 49097.75 | 111402.82 |
| 10 | 44098.38 | 49133.86 | 111418.74 |
| 11 | 44124.48 | 49169.97 | 111434.67 |
| 12 | 44150.58 | 49206.10 | 111450.62 |
| 13 | 44176.68 | 49242.24 | 111466.58 |
| 14 | 44202.78 | 49278.38 | 111482.55 |
| 15 | 44228.87 | 49314.54 | 111498.54 |
| 16 | 44254.96 | 49350.71 | 111514.54 |
| 17 | 44281.04 | 49386.89 | 111530.56 |
| 18 | 44307.12 | 49423.08 | 111546.59 |
| 19 | 44333.20 | 49459.28 | 111562.63 |
| 20 | 44359.27 | 49495.49 | 111578.69 |
| 21 | 44385.34 | 49531.71 | 111594.76 |
| 22 | 44411.40 | 49567.94 | 111610.84 |
| 23 | 44437.46 | 49604.18 | 111626.94 |
| 24 | 44463.52 | 49640.43 | 111643.06 |
| 25 | 44489.57 | 49676.69 | 111659.19 |
| 26 | 44515.62 | 49712.97 | 111675.33 |
| 27 | 44541.67 | 49749.25 | 111691.49 |
| 28 | 44567.71 | 49785.54 | 111797.66 |
| 29 | 44593.75 | 49821.85 | 111723.84 |
| 30 | 44619.78 | 49858.16 | 111740.04 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 89879.40 | 205030.38 | 228117.20 |
| 59 | 89866.65 | 204879.10 | 227981.24 |
| 58 | 89853.89 | 204728.00 | 227845.46 |
| 57 | 89841.12 | 204577.08 | 227709.86 |
| 56 | 89828.34 | 204426.34 | 227574.45 |
| 55 | 89815.55 | 204275.78 | 227439.21 |
| 54 | 89802.76 | 204125.40 | 227304.15 |
| 53 | 89789.96 | 203975.19 | 227169.27 |
| 52 | 89777.15 | 203825.17 | 227034.57 |
| 51 | 89764.33 | 203675.32 | 226900.05 |
| 50 | 89751.51 | 203525.65 | 226765.71 |
| 49 | 89738.68 | 203376.15 | 226631.55 |
| 48 | 89725.84 | 203226.83 | 226497.56 |
| 47 | 89712.99 | 203077.69 | 226363.75 |
| 46 | 89700.13 | 202928.73 | 226230.12 |
| 45 | 89687.27 | 202779.94 | 226096.67 |
| 44 | 89674.40 | 202631.33 | 225963.39 |
| 43 | 89661.52 | 202482.89 | 225830.29 |
| 42 | 89648.64 | 202334.62 | 225697.36 |
| 41 | 89635.75 | 202186.53 | 225564.61 |
| 40 | 89622.85 | 202038.62 | 225432.04 |
| 39 | 89609.94 | 201896.88 | 225299.64 |
| 38 | 89597.03 | 201743.31 | 225167.41 |
| 37 | 89584.11 | 201595.92 | 225035.36 |
| 36 | 89571.18 | 201448.69 | 224903.48 |
| 35 | 89558.24 | 201301.64 | 224771.78 |
| 34 | 89545.29 | 201154.77 | 224640.24 |
| 33 | 89532.34 | 201008.06 | 224508.89 |
| 32 | 89519.38 | 200861.53 | 224377.70 |
| 31 | 89506.41 | 200715.16 | 224246.69 |
| 30 | 89493.43 | 200568.97 | 224115.84 |
| 63 | | 0 4 | |

| 26 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 44619.78 | 49858.16 | 111740.04 |
| 31 | 44645.81 | 49894.49 | 111756.25 |
| 32 | 44671.84 | 49930.82 | 111772.48 |
| 33 | 44697.86 | 49967.17 | 111788.72 |
| 34 | 44723.88 | 50003.52 | 111804.98 |
| 35 | 44749.90 | 50039.89 | 111821.25 |
| 36 | 44775.91 | 50076.27 | 111837.53 |
| 37 | 44801.92 | 50112.66 | 111853.83 |
| 38 | 44827.92 | 50149.06 | 111870.14 |
| 39 | 44853.92 | 50185.47 | 111886.47 |
| 40 | 44879.92 | 50221.89 | 111902.81 |
| 41 | 44905.91 | 50258.32 | 111919.16 |
| 42 | 44931.90 | 50294.76 | 111935.53 |
| 43 | 44957.89 | 50331.21 | 111951.91 |
| 44 | 44983.87 | 50367.67 | 111968.31 |
| 45 | 45009.85 | 50404.15 | 111984.72 |
| 46 | 45035.82 | 50440.63 | 112001.15 |
| 47 | 45061.79 | 50477.13 | 112017.59 |
| 48 | 45087.76 | 50513.63 | 112034.05 |
| 49 | 45113.72 | 50550.15 | 112050.52 |
| 50 | 45139.68 | 50586.68 | 112067.00 |
| 51 | 45165.63 | 50623.22 | 112083.50 |
| 52 | 45191.58 | 50659.77 | 112100.01 |
| 53 | 45217.53 | 50696.33 | 112116.53 |
| 54 | 45243.47 | 50732.90 | 112133.07 |
| 55 | 45269.41 | 50769.48 | 112149.63 |
| 56 | 45295.35 | 50806.07 | 112166.20 |
| 57 | 45321.28 | 50842.67 | 112182.78 |
| 58 | 45347.21 | 50879.28 | 112199.38 |
| 59 | 45373.13 | 50915.91 | 112216.00 |
| 60 | 45399.05 | 50952.54 | 112232.62 |

| | Sinus | Tangens | Secans | |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 89493.43 | 200568.97 | 224115.84 | |
| 29 | 89480.45 | 200422.95 | 223985.17 | |
| 28 | 89467.46 | 200277.10 | 223854.67 | |
| 27 | 89454.46 | 200131.42 | 223724.35 | |
| 26 | 89441.45 | 199985.90 | 223594.19 | |
| 25 | 89428.44 | 199840 56 | 223464.20 | |
| 24 | 89415.42 | 199695.39 | 223334.38 | |
| 23 | 89402.39 | 199550.38 | 223204.74 | |
| 22 | 89389.36 | 199405.54 | 223075.26 | |
| 21 | 89376.32 | 199260.87 | 222945 95 | |
| 20 | 89363.27 | 199116.37 | 222816.81 | |
| 19 | 89350.21 | 198972.04 | 222687.83 | |
| 18 | 89337.14 | 198827.87 | 222559.03 | |
| 17 | 89324.06 | 198683.87 | 222430.39 | |
| 16 | 89310.98 | 199540.03 | 222301.92 | |
| 15 | 89297.89 | 198396.36 | 222173.62 | |
| 14 | 89284.79 | 198252.86 | 222045.48 | |
| 13 | 89271.69 | 198109.52 | 221917.51 | |
| 12 | 89258.58 | 197960.35 | 221789.71 | |
| 11 | 89245.46 | 197823.34 | 221662.07 | |
| 10 | 89232.33 | 197680.50 | 221534.60 | |
| 9 | 89219.20 | 197537.82 | 221407.30 | |
| 8 | 89206.06 | 197395.31 | 221280.16 | |
| 7 | 89192.91 | 197252.96 | 221153.18 | |
| 6 | 89179.75 | 197110.77 | 221026.37 | |
| 5 | 89166.59 | 196968.74 | 220899.72 | |
| 4 | 89153.42 | 196826.88 | 220773.23 | |
| 3 | 89140.24 | 196685.18 | 220646.91 | |
| 2 | 89127.05 | 196543.64 | 220520.75 | |
| 1 | 89113.85 | 196402.27 | 220394.76 | |
| 0 | 89100.65 | 196261.05 | 220268.93 | |
| 63 | | | | |

| 27 | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 0 | 45399.05 | 50952.54 | 112232.62 |
| 1 | 45424.97 | 50989.19 | 112249.26 |
| 2 | 45450.88 | 51025.85 | 112265.92 |
| 3 | 45476.79 | 51062.52 | 112282.59 |
| 4 | 45502.69 | 51099.19 | 112299.28 |
| 5 | 45528.59 | 51135.88 | 112315.98 |
| 6 | 45554.49 | 51172.59 | 112332.69 |
| 7 | 45580.38 | 51209.30 | 112349.42 |
| 8 | 45606.27 | 51246.02 | 112366.16 |
| 9 | 45632.16 | 51282.75 | 112382.92 |
| 10 | 45658.04 | 51319.50 | 112399.69 |
| 11 | 45683.92 | 51356.25 | 112416.48 |
| 12 | 45709.79 | 51393.02 | 112433.28 |
| 13 | 45735.66 | 51429.80 | 112450.10 |
| 14 | 45761.53 | 51466.58 | 112466.93 |
| 15 | 45787.39 | 51503.38 | 112483.77 |
| 16 | 45813.25 | 51540.19 | 112500.63 |
| 17 | 45839.10 | 51577.02 | 112517.50 |
| 18 | 45864.95 | 51613.85 | 112534.39 |
| 19 | 45890.80 | 51650.69 | 112551.29 |
| 20 | 45916.64 | 51687.55 | 112568.21 |
| 21 | 45942.48 | 51724.41 | 112585.14 |
| 22 | 45968.32 | 51761.29 | 112602.09 |
| 23 | 45994.15 | 51798.18 | 112619.05 |
| 24 | 46019.98 | 51835.08 | 112636.03 |
| 25 | 46045.80 | 51871.99 | 112653.02 |
| 26 | 46071.62 | 51908.91 | 112670.03 |
| 27 | 46097.44 | 51945.84 | 112687.05 |
| 28 | 46123.25 | 51982.78 | 112704.08 |
| 29 | 46194.06 | 52019.74 | 112721.13 |
| 30 | 46174.86 | 52056.70 | 112738.19 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 89100.65 | 196261.05 | 220268.93 |
| 59 | 89087.44 | 196120.00 | 220143.26 |
| 58 | 89074.22 | 195979.10 | 220017.75 |
| 57 | 89061.00 | 195838.37 | 219892.40 |
| 56 | 89047.77 | 195697.80 | 219767.21 |
| 55 | 89034.53 | 195557.39 | 219642.19 |
| 54 | 89021.28 | 195417.13 | 219517.33 |
| 53 | 89008.02 | 195277.04 | 219392.62 |
| 52 | 88994.76 | 195137.11 | 219268.08 |
| 51 | 88981.49 | 194997.33 | 219143.70 |
| 50 | 88968.21 | 194857.71 | 219019.47 |
| 49 | 88954.93 | 194718.26 | 218895.41 |
| 48 | 88941.64 | 194578.96 | 218771.50 |
| 47 | 88928.34 | 194439.81 | 218647.75 |
| 46 | 88915.03 | 194300.83 | 218524.17 |
| 45 | 88901.71 | 194162.00 | 218400.74 |
| 44 | 88888.39 | 194023.33 | 218277.46 |
| 43 | 88875.06 | 193884.81 | 218154.35 |
| 42 | 88861.72 | 193746.45 | 218031.39 |
| 41 | 88848.37 | 193608.25 | 217908.59 |
| 40 | 88835.02 | 193470.20 | 217785.94 |
| 39 | 88821.66 | 193332.31 | 217663.46 |
| 38 | 88808.29 | 193194.57 | 217541.12 |
| 37 | 88794.92 | 193056.98 | 217418.95 |
| 36 | 88781.54 | 192919.56 | 217296.93 |
| 35 | 88768.15 | 192782.28 | 217175.06 |
| 34 | 88754.75 | 192645.16 | 217053.35 |
| 33 | 88741.34 | 192508.19 | 216931.80 |
| 32 | 88727.93 | 192371.38 | 216810.40 |
| 31 | 88714.51 | 192234.72 | 216689.15 |
| 30 | 88701.08 | 192098.21 | 216568.06 |
| 62 | | | |

| 27 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 46174.86 | 52056.70 | 112738.19 |
| 31 | 46200.66 | 52093.68 | 112755.27 |
| 32 | 46226.46 | 52130.67 | 112772.37 |
| 33 | 46252.25 | 52167.67 | 112789.48 |
| 34 | 46278.04 | 52204.68 | 112806.60 |
| 35 | 46303.82 | 52241.70 | 112823.74 |
| 36 | 46329.60 | 52278.74 | 112840.89 |
| 37 | 46355.38 | 52315.78 | 112858.06 |
| 38 | 46381.15 | 52352.84 | 112875.24 |
| 39 | 46406.92 | 52389.90 | 112892.44 |
| 40 | 46432.69 | 52426.98 | 112909.65 |
| 41 | 46458.45 | 52464.07 | 112926.88 |
| 42 | 46484.21 | 52501.17 | 112944.12 |
| 43 | 46509.96 | 52538.29 | 112961.37 |
| 44 | 46535.71 | 52575.41 | 112978.64 |
| 45 | 46561.45 | 52612.54 | 112995.93 |
| 46 | 46587.19 | 52649.69 | 113013.23 |
| 47 | 46612.93 | 52686.85 | 113030.55 |
| 48 | 46638.66 | 52724.02 | 113047.88 |
| 49 | 46664.39 | 52761.20 | 113065.22 |
| 50 | 46690.12 | 52798.39 | 113082.58 |
| 51 | 46715.84 | 52835.59 | 113099.96 |
| 52 | 46741.56 | 52872.81 | 113117.35 |
| 53 | 46767.27 | 52910.04 | 113134.75 |
| 54 | 46792.98 | 52947.27 | 113152.17 |
| 55 | 46818.69 | 52984.52 | 113169.61 |
| 56 | 46844.39 | 53021.78 | 113187.06 |
| 57 | 46870.09 | 53059.06 | 113204.52 |
| 58 | 46895.78 | 53096.34 | 113222.00 |
| 59 | 46921.47 | 53133.64 | 113239.50 |
| 60 | 46947.16 | 53170.94 | 113257.01 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 88701.08 | 192098.21 | 216568.06 |
| 29 | 88687.64 | 191961.86 | 216447.12 |
| 28 | 88674.20 | 191825.65 | 216326.33 |
| 27 | 88660.75 | 191689.60 | 216205.70 |
| 26 | 88647.29 | 191553.70 | 216085.22 |
| 25 | 88633.83 | 191417.95 | 215964.89 |
| 24 | 88620.36 | 191282.36 | 215844.71 |
| 23 | 88606.88 | 191146.91 | 215724.69 |
| 22 | 88593.39 | 191011.62 | 215604.82 |
| 21 | 88579.89 | 190876.47 | 215485.10 |
| 20 | 88566.39 | 190741.47 | 215365.53 |
| 19 | 88552.88 | 190606.63 | 215246.11 |
| 18 | 88539.36 | 190471.93 | 215126.84 |
| 17 | 88525.83 | 190337.38 | 215007.72 |
| 16 | 88512.30 | 190202.99 | 214888.75 |
| 15 | 88498.76 | 190068.74 | 214769.93 |
| 14 | 88485.21 | 189934.64 | 214651.27 |
| 13 | 88471.66 | 189800.68 | 214532.75 |
| 12 | 88458.10 | 189666.88 | 214414.37 |
| 11 | 88444.53 | 189533.22 | 214296.15 |
| 10 | 88430.95 | 189399.71 | 214178.08 |
| 9 | 88417.36 | 189266.34 | 214060.15 |
| 8 | 88403.77 | 189133.13 | 213942.38 |
| 7 | 88390.17 | 189000.06 | 213824.75 |
| 6 | 88376.56 | 188867.13 | 213707.26 |
| 5 | 88362.94 | 188734.36 | 213589.93 |
| 4 | 88349.32 | 188601.72 | 213472.74 |
| 3 | 88335.69 | 188469.24 | 213355.70 |
| 2 | 88322.05 | 188336.90 | 213238.80 |
| 1 | 88308.41 | 188204.70 | 213122.05 |
| 0 | 88294.76 | 188072.65 | 213005.45 |
| 62 | | | |

| 28 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 46947.16 | 53170.94 | 113257.01 |
| 1 | 46972.84 | 53208.26 | 113274.53 |
| 2 | 46998.52 | 53245.55 | 113292.07 |
| 3 | 47024.19 | 53282.93 | 113309.62 |
| 4 | 47049.86 | 53320.29 | 113327.19 |
| 5 | 47075.53 | 53357.65 | 113344.78 |
| 6 | 47101.19 | 53395.03 | 113362.38 |
| 7 | 47126.85 | 53432.42 | 113379.99 |
| 8 | 47152.50 | 53469.82 | 113397.62 |
| 9 | 47178.15 | 53507.23 | 113415.27 |
| 10 | 47203.80 | 53544.65 | 113432.93 |
| 11 | 47229.44 | 53582.08 | 113450.60 |
| 12 | 47255.08 | 53619.53 | 113468.29 |
| 13 | 47280.71 | 53656.99 | 113486.00 |
| 14 | 47306.34 | 53694.46 | 113403.72 |
| 15 | 47331.97 | 53731.94 | 113421.46 |
| 16 | 47357.59 | 53769.43 | 113539.21 |
| 17 | 47383.21 | 53806.94 | 113556.98 |
| 18 | 47408.82 | 53844.45 | 113574.76 |
| 19 | 47434.43 | 53881.98 | 113592.55 |
| 20 | 47460.04 | 53919.52 | 113610.36 |
| 21 | 47485.64 | 53957.07 | 113628.19 |
| 22 | 47511.24 | 53994.64 | 113646.03 |
| 23 | 47536.83 | 54032.21 | 113663.89 |
| 24 | 47562.42 | 54069.80 | 113681.76 |
| 25 | 47588.01 | 54107.40 | 113699.65 |
| 26 | 47613.59 | 54145.01 | 113717.55 |
| 27 | 47639.17 | 54182.63 | 113735.47 |
| 28 | 47664.74 | 54220.27 | 113753.40 |
| 29 | 47690.31 | 54257.91 | 113771.35 |
| 30 | 47715.88 | 54295.57 | 113789.32 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 88294.76 | 188072.65 | 213005.45 |
| 59 | 88281.10 | 187940.74 | 212888.99 |
| 58 | 88267.43 | 187808.98 | 212772.67 |
| 57 | 88253.75 | 187677.36 | 212656.51 |
| 56 | 88240.07 | 187545.88 | 212540.48 |
| 55 | 88226.38 | 187414.55 | 212424.60 |
| 54 | 88212.68 | 187283.36 | 212308.87 |
| 53 | 88198.98 | 187152.31 | 212193.28 |
| 52 | 88185.27 | 187021.41 | 212077.83 |
| 51 | 88171.55 | 186890.64 | 211962.53 |
| 50 | 88157.82 | 186760.03 | 211847.37 |
| 49 | 88144.09 | 186629.55 | 211732.35 |
| 48 | 88130.35 | 186499.21 | 211617.48 |
| 47 | 88116.60 | 186369.02 | 211502.74 |
| 46 | 88102.84 | 186238.96 | 211388.[illegible]5 |
| 45 | 88089.07 | 186109.05 | 211273.71 |
| 44 | 88075.30 | 185979.28 | 211159.40 |
| 43 | 88061.52 | 185849.65 | 211045.23 |
| 42 | 88047.73 | 185720.15 | 210931.21 |
| 41 | 88033.94 | 185590.80 | 210817.33 |
| 40 | 88020.14 | 185461.59 | 210703.59 |
| 39 | 88006.33 | 185332.52 | 210589.98 |
| 38 | 87992.51 | 185203.58 | 210476.52 |
| 37 | 87978.69 | 185074.79 | 210363.20 |
| 36 | 87964.86 | 184946.13 | 210250.02 |
| 35 | 87951.02 | 184817.61 | 210136.98 |
| 34 | 87937.17 | 184689.23 | 210024.08 |
| 33 | 87923.32 | 184560.99 | 209911.31 |
| 32 | 87909.46 | 184432.89 | 209798.69 |
| 31 | 87895.59 | 184304.92 | 209686.20 |
| 30 | 87881.71 | 184177.09 | 209573.85 |
| 61 | | | |

| 28 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 47715.88 | 54295.57 | 113789.32 |
| 31 | 47741.44 | 54333.24 | 113807.30 |
| 32 | 47767.00 | 54370.92 | 113825.25 |
| 33 | 47792.55 | 54408.62 | 113843.30 |
| 34 | 47818.10 | 54446.32 | 113861.33 |
| 35 | 47843.64 | 54484.04 | 113879.37 |
| 36 | 47869.18 | 54521.77 | 113897.43 |
| 37 | 47894.72 | 54559.51 | 113915.50 |
| 38 | 47920.26 | 54597.26 | 113933.59 |
| 39 | 47945.79 | 54635.03 | 113951.69 |
| 40 | 47971.31 | 54672.81 | 113969.81 |
| 41 | 47996.83 | 54710.60 | 113987.94 |
| 42 | 48022.35 | 54748.40 | 114006.09 |
| 43 | 48047.86 | 54786.21 | 114024.25 |
| 44 | 48073.37 | 54824.04 | 114042.43 |
| 45 | 48098.88 | 54861.88 | 114060.62 |
| 46 | 48124.38 | 54899.73 | 114078.83 |
| 47 | 48149.88 | 54937.59 | 114097.06 |
| 48 | 48175.37 | 54975.46 | 114115.30 |
| 49 | 48200.86 | 55013.35 | 114133.56 |
| 50 | 48226.34 | 55051.25 | 114151.83 |
| 51 | 48251.82 | 55089.16 | 114170.12 |
| 52 | 48277.30 | 55127.08 | 114188.42 |
| 53 | 48302.77 | 55165.02 | 114206.74 |
| 54 | 48328.24 | 55202.97 | 114225.07 |
| 55 | 48353.70 | 55240.93 | 114243.42 |
| 56 | 48379.16 | 55278.90 | 114261.75 |
| 57 | 48404.62 | 55316.88 | 114280.17 |
| 58 | 48430.07 | 55354.88 | 114298.57 |
| 59 | 48455.52 | 55392.88 | 114316.98 |
| 60 | 48480.96 | 55430.90 | 114335.41 |

| | *Sinus* | *Tangens* | *Secans* |
|---|---|---|---|
| 30 | 87881.71 | 184177.09 | 209573.85 |
| 29 | 87867.83 | 184049.39 | 209461.64 |
| 28 | 87853.94 | 183921.84 | 209349.57 |
| 27 | 87840.04 | 183794.42 | 209237.64 |
| 26 | 87826.13 | 183667.13 | 209125.84 |
| 25 | 87812.22 | 183539.99 | 209014.18 |
| 24 | 87798.30 | 183412.97 | 208902.65 |
| 23 | 87784.37 | 183286.10 | 208791.27 |
| 22 | 87770.43 | 183159.36 | 208680.02 |
| 21 | 87756.49 | 183032.75 | 208568.90 |
| 20 | 87742.54 | 182906.28 | 208457.92 |
| 19 | 87728.58 | 182779.94 | 208347.08 |
| 18 | 87714.61 | 182653.74 | 208236.37 |
| 17 | 87700.64 | 182527.67 | 208125.80 |
| 16 | 87686.66 | 182401.73 | 208015.36 |
| 15 | 87672.67 | 182275.93 | 207905.06 |
| 14 | 87658.68 | 182150.26 | 207794.89 |
| 13 | 87644.68 | 182024.73 | 207684.86 |
| 12 | 87630.67 | 181899.32 | 207574.96 |
| 11 | 87616.65 | 181774.05 | 207465.19 |
| 10 | 87602.62 | 181648.92 | 207355.56 |
| 9 | 87588.59 | 181523.91 | 207246.06 |
| 8 | 87574.55 | 181399.04 | 207136.70 |
| 7 | 87560.50 | 181274.30 | 207027.46 |
| 6 | 87546.45 | 181149.69 | 206918.36 |
| 5 | 87532.39 | 181025.21 | 206809.40 |
| 4 | 87518.32 | 180900.86 | 206700.56 |
| 3 | 87504.24 | 180776.64 | 206591.86 |
| 2 | 87490.16 | 180652.56 | 206483.28 |
| 1 | 87476.07 | 180528.60 | 206374.84 |
| 0 | 87461.97 | 180404.78 | 206266.53 |

| 28 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 47715.88 | 54295.57 | 113789.32 |
| 31 | 47741.44 | 54333.24 | 113807.30 |
| 32 | 47767.00 | 54370.92 | 113825.25 |
| 33 | 47792.55 | 54408.62 | 113843.30 |
| 34 | 47818.10 | 54446.32 | 113861.33 |
| 35 | 47843.64 | 54484.04 | 113879.37 |
| 36 | 47869.18 | 54521.77 | 113897.43 |
| 37 | 47894.72 | 54559.51 | 113915.50 |
| 38 | 47920.26 | 54597.26 | 113933.59 |
| 39 | 47945.79 | 54635.03 | 113951.69 |
| 40 | 47971.31 | 54672.81 | 113969.81 |
| 41 | 47996.83 | 54710.60 | 113987.94 |
| 42 | 48022.35 | 54748.40 | 114006.09 |
| 43 | 48047.86 | 54786.21 | 114024.25 |
| 44 | 48073.37 | 54824.04 | 114042.43 |
| 45 | 48098.88 | 54861.88 | 114060.62 |
| 46 | 48124.38 | 54899.73 | 114078.83 |
| 47 | 48149.88 | 54937.59 | 114097.06 |
| 48 | 48175.37 | 54975.46 | 114115.30 |
| 49 | 48200.86 | 55013.35 | 114133.56 |
| 50 | 48226.34 | 55051.25 | 114151.83 |
| 51 | 48251.82 | 55089.16 | 114170.12 |
| 52 | 48277.30 | 55127.08 | 114188.42 |
| 53 | 48302.77 | 55165.02 | 114206.74 |
| 54 | 48328.24 | 55202.97 | 114225.07 |
| 55 | 48353.70 | 55240.93 | 114243.42 |
| 56 | 48379.16 | 55278.90 | 114261.75 |
| 57 | 48404.62 | 55316.88 | 114280.17 |
| 58 | 48430.07 | 55354.88 | 114298.57 |
| 59 | 48455.52 | 55392.88 | 114316.98 |
| 60 | 48480.96 | 55430.90 | 114335.41 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 87881.71 | 184177.09 | 209573.85 |
| 29 | 87867.83 | 184049.39 | 209461.64 |
| 28 | 87853.94 | 183921.84 | 209349.57 |
| 27 | 87840.04 | 183794.42 | 209237.64 |
| 26 | 87826.13 | 183667.13 | 209125.84 |
| 25 | 87812.22 | 183539.99 | 209014.18 |
| 24 | 87798.30 | 183412.97 | 208902.65 |
| 23 | 87784.37 | 183286.10 | 208791.27 |
| 22 | 87770.43 | 183159.36 | 208680.02 |
| 21 | 87756.49 | 183032.75 | 208568.90 |
| 20 | 87742.54 | 182906.28 | 208457.92 |
| 19 | 87728.58 | 182779.94 | 208347.08 |
| 18 | 87714.61 | 182653.74 | 208236.37 |
| 17 | 87700.64 | 182527.67 | 208125.80 |
| 16 | 87686.66 | 182401.73 | 208015.36 |
| 15 | 87672.67 | 182275.93 | 207905.06 |
| 14 | 87658.68 | 182150.26 | 207794.89 |
| 13 | 87644.68 | 182024.73 | 207684.86 |
| 12 | 87630.67 | 181899.32 | 207574.96 |
| 11 | 87616.65 | 181774.05 | 207465.19 |
| 10 | 87602.62 | 181648.92 | 207355.56 |
| 9 | 87588.59 | 181523.91 | 207246.06 |
| 8 | 87574.55 | 181399.04 | 207136.70 |
| 7 | 87560.50 | 181274.30 | 207027.46 |
| 6 | 87546.45 | 181149.69 | 206918.36 |
| 5 | 87532.39 | 181025.21 | 206809.40 |
| 4 | 87518.32 | 180900.86 | 206700.56 |
| 3 | 87504.24 | 180776.64 | 206591.86 |
| 2 | 87490.16 | 180652.56 | 206483.28 |
| 1 | 87476.07 | 180528.60 | 206374.84 |
| 0 | 87461.97 | 180404.78 | 206266.53 |

| 29 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 48480.96 | 55430.90 | 114335.41 |
| 1 | 48506.40 | 55468.94 | 114353.85 |
| 2 | 48531.84 | 55506.98 | 114372.31 |
| 3 | 48557.27 | 55545.04 | 114390.78 |
| 4 | 48582.70 | 55583.11 | 114409.27 |
| 5 | 48608.12 | 55621.19 | 114427.78 |
| 6 | 48633.54 | 55659.29 | 114446.30 |
| 7 | 48658.95 | 55697.39 | 114464.84 |
| 8 | 48684.36 | 55735.51 | 114483.39 |
| 9 | 48709.77 | 55773.64 | 114501.96 |
| 10 | 48735.17 | 55811.79 | 114520.55 |
| 11 | 48760.57 | 55849.94 | 114539.15 |
| 12 | 48785.97 | 55888.11 | 114557.76 |
| 13 | 48811.36 | 55926.29 | 114576.39 |
| 14 | 48836.74 | 55964.48 | 114595.04 |
| 15 | 48862.12 | 56002.69 | 114613.70 |
| 16 | 48887.50 | 56040.91 | 114632.38 |
| 17 | 48912.87 | 56079.14 | 114651.08 |
| 18 | 48938.24 | 56117.38 | 114669.79 |
| 19 | 48963-61 | 56155.64 | 114688.52 |
| 20 | 48988.97 | 56193.91 | 114707.26 |
| 21 | 49014.33 | 56232.19 | 114726.02 |
| 22 | 49039.68 | 56270.48 | 114744.79 |
| 23 | 49065.03 | 56308.79 | 114763.58 |
| 24 | 49090.37 | 56347.10 | 114782.39 |
| 25 | 49115.71 | 56385.43 | 114801.21 |
| 26 | 49141.05 | 56423.78 | 114820.05 |
| 27 | 49166.38 | 56462.13 | 114838.90 |
| 28 | 49191.71 | 56500.50 | 114857.77 |
| 29 | 49217.94 | 56538.88 | 114876.65 |
| 30 | 49242.36 | 56577.28 | 114895.55 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 87461.97 | 180404.78 | 206266.53 |
| 59 | 87447.86 | 180281.08 | 206158.36 |
| 58 | 87433.75 | 180157.51 | 206050.31 |
| 57 | 87419.63 | 180034.08 | 205942.39 |
| 56 | 87405.50 | 179910.77 | 205834.60 |
| 55 | 87391.36 | 179787.59 | 205726.95 |
| 54 | 87377.22 | 179664.54 | 205619.42 |
| 53 | 87363.07 | 179541.62 | 205512.03 |
| 52 | 87348.91 | 179418.83 | 205404.76 |
| 51 | 87334.75 | 179296.16 | 205297.62 |
| 50 | 87320.58 | 179173.62 | 205190.61 |
| 49 | 87306.40 | 179051.21 | 205083.73 |
| 48 | 87292.21 | 178928.93 | 204976.98 |
| 47 | 87278.01 | 178806.78 | 204870.36 |
| 46 | 87263.81 | 178684.75 | 204763.86 |
| 45 | 87249.60 | 178562.85 | 204657.50 |
| 44 | 87235.38 | 178441.07 | 204551.26 |
| 43 | 87221.16 | 178319.43 | 204445.15 |
| 42 | 87206.93 | 178197.90 | 204339.16 |
| 41 | 87192.69 | 178076.51 | 204233.30 |
| 40 | 87178.44 | 177955.24 | 204127.57 |
| 39 | 87164.19 | 177834.09 | 204021.97 |
| 38 | 87149.93 | 177713.07 | 203916.49 |
| 37 | 87135.66 | 177592.18 | 203811.14 |
| 36 | 87121.38 | 177471.41 | 203705.92 |
| 35 | 87107.10 | 177350.76 | 203600.82 |
| 34 | 87092.81 | 177230.24 | 203495.85 |
| 33 | 87078.51 | 177109.85 | 203391.00 |
| 32 | 87064.20 | 176989.58 | 203286.27 |
| 31 | 87049.89 | 176869.43 | 203181.68 |
| 30 | 87035.57 | 176749.40 | 203077.20 |
| 60 | | | |

| 29 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 49242.36 | 56577.28 | 114895.55 |
| 31 | 49267.67 | 56615.68 | 114914.47 |
| 32 | 49292.08 | 56654.10 | 114933.40 |
| 33 | 49318.29 | 56692.53 | 114952.35 |
| 34 | 49343.59 | 56730.98 | 114971.32 |
| 35 | 49368.89 | 56769.44 | 114990.30 |
| 36 | 49394.19 | 56807.91 | 115009.30 |
| 37 | 49419.48 | 56846.39 | 115028.31 |
| 38 | 4 444.77 | 56884.88 | 115047.34 |
| 39 | 49470.05 | 56923.39 | 115066.38 |
| 40 | 49495.33 | 56961.91 | 115085.44 |
| 41 | 49520.60 | 57000.45 | 115104.52 |
| 42 | 49545.87 | 57038.99 | 115123.61 |
| 43 | 49571.13 | 57077.55 | 115142.72 |
| 44 | 49596.39 | 57116.12 | 115161.85 |
| 45 | 49621.65 | 57154.71 | 115180.99 |
| 46 | 49646.90 | 57193.31 | 115200.15 |
| 47 | 49672.15 | 57231.92 | 115219.32 |
| 48 | 49697.40 | 57270.54 | 115238.51 |
| 49 | 49722.64 | 57309.18 | 115257.72 |
| 50 | 49747.87 | 57347.83 | 115276.94 |
| 51 | 49773.10 | 57386.49 | 115296.18 |
| 52 | 49798.33 | 57425.16 | 115315.43 |
| 53 | 49823.55 | 57463.85 | 115334.70 |
| 54 | 49848.77 | 57502.55 | 115353.99 |
| 55 | 49873.99 | 57541.26 | 115373.29 |
| 56 | 49899.20 | 57579.99 | 115392.61 |
| 57 | 49924.41 | 57618.73 | 115411.95 |
| 58 | 49949.61 | 57657.48 | 115431.30 |
| 59 | 49974.81 | 57696.25 | 115450.67 |
| 60 | 50000.00 | 57735.03 | 115470.05 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 87035.57 | 176749.40 | 203077.20 |
| 29 | 87021.24 | 176629.50 | 202972.86 |
| 28 | 87006.90 | 176505.72 | 202868.63 |
| 27 | 86992.56 | 176390.07 | 202764.53 |
| 26 | 86978.21 | 176270.53 | 202660.56 |
| 25 | 86963.85 | 176151.12 | 202556.70 |
| 24 | 86949.49 | 176031.83 | 202452.97 |
| 23 | 86935.12 | 175912.67 | 202349.37 |
| 22 | 86920.74 | 175793.62 | 202245.89 |
| 21 | 86906.35 | 175674.70 | 202142.53 |
| 20 | 86891.96 | 175555.90 | 202039 29 |
| 19 | 86877.56 | 175437.22 | 201936.17 |
| 18 | 86863.15 | 175318.66 | 201833.18 |
| 17 | 86848.73 | 175200.23 | 201730.31 |
| 16 | 86834.31 | 175081.91 | 201627.56 |
| 15 | 86819.88 | 174963.71 | 201524.94 |
| 14 | 86805.44 | 174845.64 | 201422.43 |
| 13 | 86791.00 | 174727.68 | 201320.05 |
| 12 | 86776.55 | 174609.84 | 201217.79 |
| 11 | 86762.09 | 174492.13 | 201115.64 |
| 10 | 86747.62 | 174374.53 | 201013.62 |
| 9 | 86733.14 | 174257.05 | 200911.72 |
| 8 | 86718.66 | 174139.69 | 200809.94 |
| 7 | 86704.17 | 174022.45 | 200708.28 |
| 6 | 86689.67 | 173905.33 | 200606.74 |
| 5 | 86675.17 | 173788.33 | 200505.32 |
| 4 | 86660.66 | 173671.44 | 200404.02 |
| 3 | 86646.14 | 173554.68 | 200302.83 |
| 2 | 86631.61 | 173438.03 | 200201.77 |
| 1 | 86617.08 | 173321.49 | 200100.83 |
| 0 | 86602.54 | 173205.08 | 200000.00 |

60

| 29 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 49242.36 | 56577.28 | 114895.55 |
| 31 | 49267.67 | 56615.68 | 114914.47 |
| 32 | 49292 08 | 56654.10 | 114933.40 |
| 33 | 49318.29 | 56692.53 | 114952.35 |
| 34 | 49343.59 | 56730.98 | 114971.32 |
| 35 | 49368.89 | 56769.44 | 114990.30 |
| 36 | 49394.19 | 56807.91 | 115009.30 |
| 37 | 49419.48 | 56846.39 | 115028.31 |
| 38 | 4 444.77 | 56884.88 | 115047.34 |
| 39 | 49470.05 | 56923.39 | 115066.38 |
| 40 | 49495.33 | 56961.91 | 115085.44 |
| 41 | 49520.60 | 57000.45 | 115104.52 |
| 42 | 49545.87 | 57038.99 | 115123.61 |
| 43 | 49571.13 | 57077.55 | 115142.72 |
| 44 | 49596.39 | 57116.12 | 115161.85 |
| 45 | 49621.65 | 57154.71 | 115180.99 |
| 46 | 49646.90 | 57193.31 | 115200.15 |
| 47 | 49672.15 | 57231.92 | 115219.32 |
| 48 | 49697.40 | 57270.54 | 115238.51 |
| 49 | 49722.64 | 57309.18 | 115257.72 |
| 50 | 49747.87 | 57347.83 | 115276.94 |
| 51 | 49773.10 | 57386.49 | 115296 18 |
| 52 | 49798.33 | 57425.16 | 115315.43 |
| 53 | 49823.55 | 57463.85 | 115334.70 |
| 54 | 49848.77 | 57502.55 | 115353.99 |
| 55 | 49873.99 | 57541.26 | 115373.29 |
| 56 | 49899.20 | 57579.99 | 115392.61 |
| 57 | 49924.41 | 57618.73 | 115411.95 |
| 58 | 49949.61 | 57657.48 | 115431.30 |
| 59 | 49974.81 | 57696.25 | 115450.67 |
| 60 | 50000.09 | 57735.03 | 115470.05 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 87035.57 | 176749.40 | 203077.20 |
| 29 | 87021.24 | 176629.50 | 202972.86 |
| 28 | 87006.90 | 176505.72 | 202868.63 |
| 27 | 86992.56 | 176390.07 | 202764.53 |
| 26 | 86978.21 | 176270.53 | 202660.56 |
| 25 | 86963.85 | 176151.12 | 202556.70 |
| 24 | 86949.49 | 176031.83 | 202452.97 |
| 23 | 86935.12 | 175912.67 | 202349.37 |
| 22 | 86920.74 | 175793.62 | 202245.89 |
| 21 | 86906.35 | 175674.70 | 202142.53 |
| 20 | 86891.96 | 175555.90 | 202039 29 |
| 19 | 86877.56 | 175437.22 | 201936.17 |
| 18 | 86863.15 | 175318.66 | 201833.18 |
| 17 | 86848.73 | 175200.23 | 201730.31 |
| 16 | 86834.31 | 175081.91 | 201627.56 |
| 15 | 86819.88 | 174963.71 | 201524.94 |
| 14 | 86805.44 | 174845.64 | 201422 43 |
| 13 | 86791.00 | 174727.68 | 201320.05 |
| 12 | 86776.55 | 174609.84 | 201217.79 |
| 11 | 86762.09 | 174492.13 | 201115.64 |
| 10 | 86747.62 | 174374.53 | 201013.62 |
| 9 | 86733.14 | 174257.05 | 200911.72 |
| 8 | 86718.66 | 174139.69 | 200809.94 |
| 7 | 86704.17 | 174022.45 | 200708.28 |
| 6 | 86689.67 | 173905.33 | 200606.74 |
| 5 | 86675.17 | 173788.33 | 200505.32 |
| 4 | 86660.66 | 173671.44 | 200404.02 |
| 3 | 86646.14 | 173554.68 | 200302.83 |
| 2 | 86631.61 | 173438.03 | 200201.77 |
| 1 | 86617.08 | 173321.49 | 200100.83 |
| 0 | 86602.54 | 173205.08 | 200000.00 |

60

| 30 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 50000.00 | 57735.03 | 115470.05 |
| 1 | 50025.19 | 57773.82 | 115489.45 |
| 2 | 50050.38 | 57812.62 | 115508.87 |
| 3 | 50075.56 | 57851.44 | 115528.30 |
| 4 | 50100.74 | 57890.27 | 115547.75 |
| 5 | 50125.91 | 57929.11 | 115567.22 |
| 6 | 50151.08 | 57967.97 | 115586.70 |
| 7 | 50176.24 | 58006.84 | 115606.20 |
| 8 | 50201.40 | 58045.73 | 115625.72 |
| 9 | 50226.55 | 58084.62 | 115645.25 |
| 10 | 50251.70 | 58123.53 | 115664.80 |
| 11 | 50276.85 | 58162.45 | 115684.36 |
| 12 | 50301.99 | 58201.39 | 115703.94 |
| 13 | 50327.13 | 58240.34 | 115723.54 |
| 14 | 50352.27 | 58279.30 | 115743.15 |
| 15 | 50377.40 | 58318.28 | 115762.78 |
| 16 | 50402.53 | 58357.27 | 115782.43 |
| 17 | 50427.65 | 58396.27 | 115802.09 |
| 18 | 50452.77 | 58435.28 | 115821.77 |
| 19 | 50477.88 | 58474.31 | 115841.47 |
| 20 | 50502.99 | 58513.35 | 115861.18 |
| 21 | 50528.09 | 58552.41 | 115880.91 |
| 22 | 50553.19 | 58591.48 | 115900.65 |
| 23 | 50578.28 | 58630.56 | 115920.41 |
| 24 | 50603.37 | 58669.65 | 115940.19 |
| 25 | 50628.46 | 58708.76 | 115959.99 |
| 26 | 50653.55 | 58747.88 | 115979.80 |
| 27 | 50678.63 | 58787.02 | 115999.63 |
| 28 | 50703.70 | 58826.17 | 116019.47 |
| 29 | 50728.77 | 58865.33 | 116039.33 |
| 30 | 50753.84 | 58904.50 | 116059.21 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 86602.54 | 173205.08 | 200000.00 |
| 59 | 86587.99 | 173088.78 | 199899.29 |
| 58 | 86573.43 | 172972.60 | 199798.70 |
| 57 | 86558.87 | 172856.54 | 199698.23 |
| 56 | 86544.30 | 172740.60 | 199597.88 |
| 55 | 86529.72 | 172624.77 | 199497.64 |
| 54 | 86515.14 | 172509.05 | 199397.53 |
| 53 | 86500.55 | 172393.45 | 199297.52 |
| 52 | 86485.95 | 172277.97 | 199197.64 |
| 51 | 86471.34 | 172162.61 | 199097.87 |
| 50 | 86456.73 | 172047.36 | 198998.22 |
| 49 | 86442.11 | 171932.22 | 198898.69 |
| 48 | 86427.48 | 171817.20 | 198799.27 |
| 47 | 86412.84 | 171702.30 | 198699.97 |
| 46 | 86398.20 | 171587.51 | 198600.80 |
| 45 | 86383.55 | 171472.83 | 198501.72 |
| 44 | 86368.89 | 171358.27 | 198402.76 |
| 43 | 86354.23 | 171243.82 | 198303.93 |
| 42 | 86339.56 | 171129.49 | 198205.20 |
| 41 | 86324.88 | 171015.27 | 198106.59 |
| 40 | 86310.19 | 170901.16 | 198008.10 |
| 39 | 86295.49 | 170787.17 | 197909.72 |
| 38 | 86280.79 | 170673.29 | 197811.46 |
| 37 | 86266.08 | 170559.53 | 197713.31 |
| 36 | 86251.36 | 170445.87 | 197615.27 |
| 35 | 86236.64 | 170332.33 | 197517.35 |
| 34 | 86221.91 | 170218.90 | 197419.54 |
| 33 | 86207.17 | 170105.59 | 197321.85 |
| 32 | 86192.43 | 169992.38 | 197224.26 |
| 31 | 86177.68 | 169879.29 | 197126.80 |
| 30 | 86162.92 | 169766.31 | 197029.44 |

| 59 | | | |
|---|---|---|---|

| 30 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 50753.84 | 58904.50 | 116059.21 |
| 31 | 50778.90 | 58943.69 | 116079.11 |
| 32 | 50803.96 | 58982.89 | 116099.02 |
| 33 | 50829.01 | 59022.11 | 116118.95 |
| 34 | 50854.06 | 59061.34 | 116138.89 |
| 35 | 50879.10 | 59100.58 | 116158.85 |
| 36 | 50904.14 | 59139.83 | 116178.83 |
| 37 | 50929.18 | 59179.10 | 116198.82 |
| 38 | 50954.21 | 59218.39 | 116218.83 |
| 39 | 50979.24 | 59257.68 | 116238.86 |
| 40 | 51004.26 | 59296.99 | 116258.91 |
| 41 | 51029.28 | 59336.32 | 116278.97 |
| 42 | 51054.29 | 59375.66 | 116299.05 |
| 43 | 51079.30 | 59415.01 | 116319.14 |
| 44 | 51104.31 | 59454.37 | 116339.25 |
| 45 | 51129.31 | 59493.75 | 116359.38 |
| 46 | 51154.31 | 59533.14 | 116379.53 |
| 47 | 51179.30 | 59572.54 | 116399.69 |
| 48 | 51204.29 | 59611.96 | 116419.87 |
| 49 | 51229.27 | 59651.40 | 116440.07 |
| 50 | 51254.25 | 59690.84 | 116460.28 |
| 51 | 51279.22 | 59730.30 | 116480.51 |
| 52 | 51304.19 | 59769.78 | 116500.76 |
| 53 | 51329.16 | 59809.27 | 116521.02 |
| 54 | 51354.12 | 59848.77 | 116541.30 |
| 55 | 51379.08 | 59888.28 | 116561.60 |
| 56 | 51404.04 | 59927.81 | 116581.91 |
| 57 | 51428.99 | 59967.35 | 116602.24 |
| 58 | 51453.93 | 60006.91 | 116622.55 |
| 59 | 51478.87 | 60046.48 | 116642.96 |
| 60 | 51503.81 | 60086.06 | 116663.34 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 86162.92 | 169766.31 | 197029.44 |
| 29 | 86148.15 | 169653.44 | 196932.20 |
| 28 | 86133.37 | 169540.69 | 196835.07 |
| 27 | 86118.59 | 169428.04 | 196738.05 |
| 26 | 86103.80 | 169315.50 | 196641.14 |
| 25 | 86080.00 | 169203.08 | 196544.34 |
| 24 | 86074.20 | 169090.77 | 196447.67 |
| 23 | 86059.39 | 168978.56 | 196351.10 |
| 22 | 86044.57 | 168866.47 | 196254.64 |
| 21 | 86029.74 | 168754.49 | 196158.29 |
| 20 | 86014.91 | 168642.61 | 196062.06 |
| 19 | 86000.07 | 168530.85 | 195965.93 |
| 18 | 85985.22 | 168419.19 | 195869.92 |
| 17 | 85970.37 | 168307.65 | 195774.01 |
| 16 | 85955.51 | 168196.21 | 195678.22 |
| 15 | 85940.64 | 168084.89 | 195582.54 |
| 14 | 85925.76 | 167973.67 | 195486.97 |
| 13 | 85910.88 | 167862.56 | 195391.50 |
| 12 | 85895.99 | 167751.56 | 195296.15 |
| 11 | 85881.09 | 167640.67 | 195200.91 |
| 10 | 85866.18 | 167529.88 | 195105.77 |
| 9 | 85851.27 | 167419.21 | 195010.75 |
| 8 | 85836.35 | 167308.64 | 194915.83 |
| 7 | 85821.42 | 167198.18 | 194821.02 |
| 6 | 85806.49 | 167087.82 | 194726.32 |
| 5 | 85791.55 | 166977.58 | 194631.73 |
| 4 | 85776.60 | 166867.44 | 194537.25 |
| 3 | 85761.64 | 166757.41 | 194442.88 |
| 2 | 85746.68 | 166647.48 | 194348.61 |
| 1 | 85731.71 | 166537.66 | 194254.45 |
| 0 | 85716.73 | 166427.95 | 194160.40 |

59

| 31 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 51503.81 | 60086.06 | 116663.34 |
| 1 | 51528.74 | 60125.66 | 116683.74 |
| 2 | 51553.67 | 60165.27 | 116704.16 |
| 3 | 51578.59 | 60204.90 | 116724.59 |
| 4 | 51603.51 | 60244.54 | 116745.04 |
| 5 | 51628.42 | 60284.19 | 116765.51 |
| 6 | 51653.33 | 60323.86 | 116785.99 |
| 7 | 51678.24 | 60363.54 | 116806.49 |
| 8 | 51703.14 | 60403.23 | 116827.01 |
| 9 | 51728.04 | 60442.94 | 116847.55 |
| 10 | 51752.93 | 60482.66 | 116868.10 |
| 11 | 51777.82 | 60522.40 | 116888.67 |
| 12 | 51802.70 | 60562.15 | 116909.26 |
| 13 | 51827.58 | 60601.92 | 116929.86 |
| 14 | 51852.46 | 60641.70 | 116950.48 |
| 15 | 51877.33 | 60681.49 | 116971.12 |
| 16 | 51902.19 | 60721.30 | 116991.78 |
| 17 | 51927.05 | 60761.12 | 117012.45 |
| 18 | 51951.91 | 60800.95 | 117033.14 |
| 19 | 51976.76 | 60840.80 | 117053.85 |
| 20 | 52001.61 | 60880.67 | 117074.57 |
| 21 | 52026.46 | 60920.54 | 117095.31 |
| 22 | 52051.30 | 60960.43 | 117116.07 |
| 23 | 52076.13 | 61000.34 | 117136.85 |
| 24 | 52100.96 | 61040.26 | 117157.64 |
| 25 | 52125.79 | 61080.19 | 117178.45 |
| 26 | 52150.61 | 61120.14 | 117199.28 |
| 27 | 52175.43 | 61160.11 | 117220.13 |
| 28 | 52200.24 | 61200.08 | 117240.99 |
| 29 | 52225.05 | 61240.07 | 117261.87 |
| 30 | 52249.86 | 61280.08 | 117282.77 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 85716.73 | 166427.95 | 194160.40 |
| 55 | 85701.74 | 166318.34 | 194066.46 |
| 58 | 85686.75 | 166208.84 | 193972.62 |
| 57 | 85671.75 | 166099.45 | 193878.89 |
| 56 | 85656.74 | 165990.16 | 193785.27 |
| 55 | 85641.73 | 165880.97 | 193691.76 |
| 54 | 85626.71 | 165771.89 | 193598.35 |
| 53 | 85611.68 | 165662.92 | 193505.05 |
| 52 | 85596.64 | 165554.05 | 193411.85 |
| 51 | 85581.60 | 165445.29 | 193318.76 |
| 50 | 85566.55 | 165336.63 | 193225.78 |
| 49 | 85551.49 | 165228.08 | 193132.90 |
| 48 | 85536.42 | 165119.63 | 193040.13 |
| 47 | 85521.35 | 165011.28 | 192947.46 |
| 46 | 85506.27 | 164903.04 | 192854.90 |
| 45 | 85491.18 | 164794.90 | 192762.44 |
| 44 | 85476.09 | 164686.86 | 192670.09 |
| 43 | 85460.99 | 164578.93 | 192577.84 |
| 42 | 85445.88 | 164471.11 | 192485.70 |
| 41 | 85430.76 | 164363.38 | 192393.66 |
| 40 | 85415.64 | 164255.76 | 192301.73 |
| 39 | 85400.51 | 164148.24 | 192209.90 |
| 38 | 85385.37 | 164040.82 | 192118.17 |
| 37 | 85370.23 | 163933.51 | 192026.55 |
| 36 | 85355.08 | 163826.30 | 191935.03 |
| 35 | 85339.92 | 163719.19 | 191843.62 |
| 34 | 85324.75 | 163612.18 | 191752.30 |
| 33 | 85309.58 | 163505.28 | 191661.09 |
| 32 | 85294.40 | 163398.47 | 191569.99 |
| 31 | 85279.21 | 163291.77 | 191478.99 |
| 30 | 85264.02 | 163185.17 | 191388.09 |
| 58 | | | |

| 31 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 52249.86 | 61280.08 | 117282.77 |
| 31 | 52274.66 | 61320.10 | 117303.69 |
| 32 | 52299.45 | 61360.13 | 117324.62 |
| 33 | 52324.24 | 61400.18 | 117345.57 |
| 34 | 52349.03 | 61440.24 | 117366.54 |
| 35 | 52373.81 | 61480.32 | 117387.52 |
| 36 | 52398.59 | 61520.41 | 117408.52 |
| 37 | 52423.36 | 61560.52 | 117429.54 |
| 38 | 52448.13 | 61600.64 | 117450.58 |
| 39 | 52472.90 | 61640.77 | 117471.64 |
| 40 | 52497.66 | 61680.92 | 117492.71 |
| 41 | 52522.41 | 61721.08 | 117513.80 |
| 42 | 52547.16 | 61761.26 | 117534.91 |
| 43 | 52571.91 | 61801.45 | 117556.03 |
| 44 | 52596.65 | 61841.66 | 117577.17 |
| 45 | 52621.39 | 61881.88 | 117598.33 |
| 46 | 52646.12 | 61922.11 | 117619.51 |
| 47 | 52670.85 | 61962.36 | 117640.70 |
| 48 | 52695.58 | 62002.63 | 117661.91 |
| 49 | 52720.30 | 62042.91 | 117683.14 |
| 50 | 52745.02 | 62083.20 | 117704.39 |
| 51 | 52769.73 | 62123.51 | 117725.66 |
| 52 | 52794.44 | 62163.83 | 117746.94 |
| 53 | 52819.14 | 62204.17 | 117768.24 |
| 54 | 52843.84 | 62244.52 | 117789.56 |
| 55 | 52868.53 | 62284.88 | 117810.90 |
| 56 | 52893 22 | 62325.26 | 117832.25 |
| 57 | 52917.90 | 62365.66 | 117853.62 |
| 58 | 52942.58 | 62406.07 | 117875.01 |
| 59 | 52967.26 | 62446.50 | 117896.42 |
| 60 | 52991.93 | 62486.94 | 117917.84 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 85264.02 | 163185.17 | 191388.09 |
| 29 | 85248.81 | 163078.67 | 191297.29 |
| 28 | 85233.60 | 162972.27 | 191206.59 |
| 27 | 85218.38 | 162865.97 | 191116.00 |
| 26 | 85203.16 | 162759.77 | 191025.51 |
| 25 | 85187.93 | 162653.68 | 190935.12 |
| 24 | 85172.69 | 162547.68 | 190844.83 |
| 23 | 85157.41 | 162441.78 | 190754.64 |
| 22 | 85142.19 | 162335.99 | 190664.56 |
| 21 | 85126.93 | 162230.29 | 190574.57 |
| 20 | 85111.66 | 162124.69 | 190484.69 |
| 19 | 85096.39 | 162019.20 | 190394.91 |
| 18 | 85081.11 | 161913.80 | 190305.22 |
| 17 | 85065.82 | 161808.50 | 190215.64 |
| 16 | 85050.52 | 161703.30 | 190126.16 |
| 15 | 85035.22 | 161598.20 | 190036.78 |
| 14 | 85019.91 | 161493.20 | 189947.50 |
| 13 | 85004.59 | 161388.29 | 189858.32 |
| 12 | 84989.27 | 161283.49 | 189769.24 |
| 11 | 84973.94 | 161178.78 | 189680.26 |
| 10 | 84958.60 | 161074.17 | 189591.38 |
| 9 | 84943.25 | 160969.66 | 189502.59 |
| 8 | 84927.90 | 160865.25 | 189413.91 |
| 7 | 84912.54 | 160760.94 | 189325.32 |
| 6 | 84897.17 | 160656.72 | 189236.84 |
| 5 | 84881.79 | 160552.60 | 189148.45 |
| 4 | 84866.41 | 160448.58 | 180060.16 |
| 3 | 84851.02 | 160344.65 | 188971.97 |
| 2 | 84835.62 | 160240.82 | 188883.88 |
| 1 | 84820.22 | 160137.09 | 188795.89 |
| 0 | 84804.81 | 160033.45 | 188707.99 |

58

| 32 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 52991.93 | 62486.94 | 117917.84 |
| 1 | 53016.59 | 62527.39 | 117939.28 |
| 2 | 53041.25 | 62567.86 | 117960.74 |
| 3 | 53065.91 | 62608.34 | 117982.22 |
| 4 | 53090.56 | 62648.84 | 118003.72 |
| 5 | 53115.21 | 62689.35 | 118025.23 |
| 6 | 53139.86 | 62729.88 | 118046.76 |
| 7 | 53164.50 | 62770.42 | 118068.31 |
| 8 | 53189.13 | 62810.98 | 118089.88 |
| 9 | 53213.76 | 62851.56 | 118111.47 |
| 10 | 53238.39 | 62892.15 | 118133.07 |
| 11 | 53263.01 | 62932.75 | 118154.69 |
| 12 | 53287.63 | 62973.36 | 118176.33 |
| 13 | 53312.24 | 63013.99 | 118197.99 |
| 14 | 53336.85 | 63054.64 | 118219.66 |
| 15 | 53361.45 | 63095.30 | 118241.35 |
| 16 | 53386.05 | 63135.98 | 118263.06 |
| 17 | 53410.64 | 63176.67 | 118284.79 |
| 18 | 53435.23 | 63217.38 | 118306.54 |
| 19 | 53459.82 | 63258.10 | 118328.30 |
| 20 | 53484.40 | 63298.83 | 118350.08 |
| 21 | 53508.98 | 63339.58 | 118371.88 |
| 22 | 53533.55 | 63380.35 | 118393.70 |
| 23 | 53558.12 | 63421.13 | 118415.54 |
| 24 | 53582.68 | 63461.93 | 118437.40 |
| 25 | 53607.24 | 63502.74 | 118459.27 |
| 26 | 53631.79 | 63543.57 | 118481.16 |
| 27 | 53656.34 | 63584.41 | 118503.07 |
| 28 | 53680.88 | 63625.27 | 118525.00 |
| 29 | 53705.42 | 63666.14 | 118546.94 |
| 30 | 53729.96 | 63707.03 | 118568.91 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 84804.81 | 160033.45 | 188707.99 |
| 59 | 84789.39 | 159929.91 | 188620.19 |
| 58 | 84773.96 | 159826.47 | 188532.49 |
| 57 | 84758.53 | 159723.12 | 188444.89 |
| 56 | 84743.09 | 159619.87 | 188357.38 |
| 55 | 84727.64 | 159516.72 | 188269.97 |
| 54 | 84712.19 | 159413.66 | 188182.66 |
| 53 | 84696.73 | 159310.70 | 188095.45 |
| 52 | 84681.26 | 159207.83 | 188008.33 |
| 51 | 84665.78 | 159105.05 | 187921.31 |
| 50 | 84650.30 | 159002.38 | 187834.38 |
| 49 | 84634.81 | 158899.79 | 187747.55 |
| 48 | 84619.31 | 158797.30 | 187660.82 |
| 47 | 84603.81 | 158694.91 | 187574.18 |
| 46 | 84588.30 | 158592.61 | 187487.64 |
| 45 | 84572.78 | 158490.41 | 187401.20 |
| 44 | 84557.25 | 158388.30 | 187314.85 |
| 43 | 84541.72 | 158286.28 | 187228.59 |
| 42 | 84526.18 | 158184.36 | 187142.43 |
| 41 | 84510.63 | 158082.53 | 187056.37 |
| 40 | 84495.08 | 157980.79 | 186970.40 |
| 39 | 84479.52 | 157879.15 | 186884.53 |
| 38 | 84463.95 | 157777.60 | 186798.75 |
| 37 | 84448.37 | 157676.15 | 186713.06 |
| 36 | 84432.79 | 157574.79 | 186627.47 |
| 35 | 84417.20 | 157473.52 | 186541.97 |
| 34 | 84401.60 | 157372.34 | 186456.57 |
| 33 | 84386.00 | 157271.26 | 186371.26 |
| 32 | 84370.39 | 157170.26 | 186286.05 |
| 31 | 84354.77 | 157069.36 | 186200.93 |
| 30 | 84339.14 | 156968.56 | 186115.90 |
| 57 | | | |

| 32 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 53729.96 | 63707.03 | 118568.91 |
| 31 | 53754.49 | 63747.93 | 118590.89 |
| 32 | 53779.02 | 63788.85 | 118612.89 |
| 33 | 53803.54 | 63829.78 | 118634.91 |
| 34 | 53828.06 | 63870.73 | 118656.95 |
| 35 | 53852.57 | 63911.69 | 118679.00 |
| 36 | 53877.08 | 63952.67 | 118701.07 |
| 37 | 53901.58 | 63993.66 | 118723.16 |
| 38 | 53926.08 | 64034.67 | 118745.27 |
| 39 | 53950.58 | 64075.69 | 118767.40 |
| 40 | 53975.07 | 64116.73 | 118789.55 |
| 41 | 53999.55 | 64157.79 | 118811.71 |
| 42 | 54024.03 | 64198.86 | 118833.89 |
| 43 | 54048.51 | 64239.95 | 118856.09 |
| 44 | 54072.98 | 64281.05 | 118878.31 |
| 45 | 54097.45 | 64322.16 | 118900.55 |
| 46 | 54121.91 | 64363.29 | 118922.81 |
| 47 | 54146.37 | 64404.44 | 118945.08 |
| 48 | 54170.82 | 64445.60 | 118967.37 |
| 49 | 54195.27 | 64486.78 | 118989.68 |
| 50 | 54219.71 | 64527.97 | 119012 01 |
| 51 | 54244.15 | 64569.18 | 119034.36 |
| 52 | 54268.59 | 64610.41 | 119056.73 |
| 53 | 54293.02 | 64651.65 | 119079.12 |
| 54 | 54317.44 | 64692.90 | 119101.52 |
| 55 | 54341.86 | 64734.17 | 119123.94 |
| 56 | 54366.28 | 64775.46 | 119146.38 |
| 57 | 54390.69 | 64816.76 | 119168.84 |
| 58 | 54415.10 | 64858.08 | 119191.32 |
| 59 | 54439.50 | 64899.41 | 119213.82 |
| 60 | 54463.90 | 64940.76 | 119236.33 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 84339.14 | 156968.56 | 186115.90 |
| 29 | 84323.51 | 156867.84 | 186030.96 |
| 28 | 84307.87 | 156767.22 | 185946.12 |
| 27 | 84292.22 | 156666.69 | 185861.38 |
| 26 | 84276.57 | 156566.25 | 185776.72 |
| 25 | 84260.91 | 156465.90 | 185692.16 |
| 24 | 842452 4 | 156365.64 | 185607.69 |
| 23 | 84229.56 | 156265.48 | 185523.31 |
| 22 | 84213.88 | 156165.40 | 185439.03 |
| 21 | 84198.19 | 156065.42 | 185354.83 |
| 20 | 84182.49 | 155965.52 | 185270.73 |
| 19 | 84166.79 | 155865.72 | 185186.72 |
| 18 | 84151.08 | 155766.01 | 185102.81 |
| 17 | 84135.36 | 155666.39 | 185018.98 |
| 16 | 84119.63 | 155566.85 | 184935.25 |
| 15 | 84103.90 | 155467.41 | 184851.61 |
| 14 | 84088.16 | 155368.06 | 184768.05 |
| 13 | 84072.41 | 155268.80 | 184684.59 |
| 12 | 84056.66 | 155169.63 | 184601.23 |
| 11 | 84040.90 | 155070.54 | 184517.95 |
| 10 | 84025.13 | 154971.55 | 184434.76 |
| 9 | 84009.35 | 154872.64 | 184351.66 |
| 8 | 83993.57 | 154773.83 | 184268.66 |
| 7 | 83977.78 | 154675.10 | 184185.74 |
| 6 | 83961.98 | 154576.46 | 184102.92 |
| 5 | 83946.18 | 154477.92 | 184020.18 |
| 4 | 83930.37 | 154379.46 | 183937.53 |
| 3 | 83914.55 | 154281.08 | 183854.98 |
| 2 | 83898.73 | 154182.80 | 183772.51 |
| 1 | 83882.90 | 154084.60 | 183690.13 |
| 0 | 83867.06 | 153986.50 | 183607.84 |

| 33 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 55193.70 | 66188.56 | 119920.49 |
| 31 | 55217.95 | 66230.40 | 119943.59 |
| 32 | 55242.20 | 66272.26 | 119966.71 |
| 33 | 55266.45 | 66314.13 | 119989.85 |
| 34 | 55290.69 | 66356.02 | 120013.01 |
| 35 | 55314.92 | 66397.92 | 120036.19 |
| 36 | 55339.15 | 66439.84 | 120059.38 |
| 37 | 55363.38 | 66481.78 | 120082.59 |
| 38 | 55387.60 | 66523.73 | 120105.82 |
| 39 | 55411.82 | 66565.70 | 120129.07 |
| 40 | 55436.03 | 66607.69 | 120152.34 |
| 41 | 55460.24 | 66649.69 | 120175.63 |
| 42 | 55484.44 | 66691.71 | 120198.94 |
| 43 | 55508.64 | 66733.75 | 120222.27 |
| 44 | 55532.83 | 66775.80 | 120245.62 |
| 45 | 55557.02 | 66817.87 | 120268.99 |
| 46 | 55581.21 | 66859.95 | 120292.37 |
| 47 | 55605.39 | 66902.05 | 120315.77 |
| 48 | 55629.56 | 66944.17 | 120339.19 |
| 49 | 55653.73 | 66986.30 | 120362.64 |
| 50 | 55677.90 | 67028.45 | 120386.10 |
| 51 | 55702.06 | 67070.62 | 120409.58 |
| 52 | 55726.21 | 67112.80 | 120433.08 |
| 53 | 55750.36 | 67155.00 | 120456.60 |
| 54 | 55774.51 | 67197.21 | 120480.14 |
| 55 | 55798.65 | 67239.44 | 120503.70 |
| 56 | 55822.79 | 67281.69 | 120527.28 |
| 57 | 55846.92 | 67323.96 | 120550.88 |
| 58 | 55871.05 | 67366.24 | 120574.50 |
| 59 | 55895.17 | 67408.54 | 120598.14 |
| 60 | 55919.29 | 67450.85 | 120621.80 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 83388.58 | 151083.52 | 181180.10 |
| 29 | 83372.52 | 150988.07 | 181100.52 |
| 28 | 83356.45 | 150892.71 | 181021.02 |
| 27 | 83340.38 | 150797.43 | 180941.61 |
| 26 | 83324.30 | 150702.24 | 180862.28 |
| 25 | 83308.21 | 150607.13 | 180783.04 |
| 24 | 83292.12 | 150512.10 | 180703.88 |
| 23 | 83276.02 | 150417.16 | 180624.81 |
| 22 | 83259.91 | 150322.30 | 180545.82 |
| 21 | 83243.80 | 150227.52 | 180466.91 |
| 20 | 83227.68 | 150132.82 | 180388.09 |
| 19 | 83211.55 | 150038.20 | 180309.35 |
| 18 | 83195.41 | 149943.67 | 180230.70 |
| 17 | 83179.27 | 149849.22 | 180152.13 |
| 16 | 83163.12 | 149754.86 | 180073.65 |
| 15 | 83146.96 | 149660.58 | 179995.25 |
| 14 | 83130.79 | 149566.38 | 179916.93 |
| 13 | 83114.62 | 149472.26 | 179838.69 |
| 12 | 83098.44 | 149378.22 | 179760.54 |
| 11 | 83082.26 | 149284.26 | 179682.47 |
| 10 | 83066.07 | 149190.38 | 179604.48 |
| 9 | 83049.87 | 149096.59 | 179526.58 |
| 8 | 83033.66 | 149002.88 | 179448.76 |
| 7 | 83017.45 | 148909.25 | 179371.02 |
| 6 | 83001.23 | 148815.70 | 179293.37 |
| 5 | 82985.00 | 148722.23 | 179215.80 |
| 4 | 82968.76 | 148628.84 | 179138.31 |
| 3 | 82952.52 | 148535.53 | 179060.90 |
| 2 | 82936.27 | 148442.30 | 178983.58 |
| 1 | 82920.02 | 148349.16 | 178906.33 |
| 0 | 82903.76 | 148256.10 | 178829.16 |
| 56 | | | |

| 34 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 55919.29 | 67450.85 | 120621.80 |
| 1 | 55943.40 | 67493.18 | 120645.48 |
| 2 | 55967.51 | 67535.53 | 120669.18 |
| 3 | 55991.61 | 67577.90 | 120692.89 |
| 4 | 56015.71 | 67620.28 | 120716.62 |
| 5 | 56039.81 | 67662.68 | 120740.37 |
| 6 | 56063.90 | 67705.09 | 120764.14 |
| 7 | 56087.98 | 67747.52 | 120787.93 |
| 8 | 56112.06 | 67789.97 | 120811.75 |
| 9 | 56136.14 | 67832.44 | 120835.59 |
| 10 | 56160.21 | 67874.92 | 120859.44 |
| 11 | 56184.28 | 67917.42 | 120883.31 |
| 12 | 56208.34 | 67959.93 | 120907.20 |
| 13 | 56232.39 | 68002.46 | 120931.12 |
| 14 | 56256.44 | 68045.01 | 120955.05 |
| 15 | 56280.49 | 68087.58 | 120979.00 |
| 16 | 56304.53 | 68130.16 | 121002.97 |
| 17 | 56328.57 | 68172.76 | 121026.96 |
| 18 | 56352.60 | 68215.38 | 121050.97 |
| 19 | 26376.63 | 68258.01 | 121075.00 |
| 20 | 56400.65 | 68300.66 | 121099.05 |
| 21 | 56424.67 | 68343.33 | 121123.12 |
| 22 | 56448.69 | 68386.01 | 121147.21 |
| 23 | 56472.70 | 68428.71 | 121171.32 |
| 24 | 56496.70 | 68471.43 | 121195.45 |
| 25 | 56520.70 | 68514.17 | 121219.60 |
| 26 | 56544.69 | 68556.92 | 121243.77 |
| 27 | 56568.68 | 68599.69 | 121267.96 |
| 28 | 56592.67 | 68642.47 | 121292.17 |
| 29 | 56616.65 | 68685.27 | 121316.40 |
| 30 | 56640.62 | 68728.10 | 121340.64 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 82903.76 | 148256.19 | 178829.16 |
| 59 | 82887.49 | 148163.11 | 178752.08 |
| 58 | 82871.21 | 148070.21 | 178675.08 |
| 57 | 82854.93 | 147977.38 | 178598.17 |
| 56 | 82838.64 | 147884.63 | 178521.33 |
| 55 | 82822.34 | 147791.97 | 178444.57 |
| 54 | 82806.03 | 147699.38 | 178367.90 |
| 53 | 82789.72 | 147606.88 | 178291.31 |
| 52 | 82773.40 | 147514.45 | 178214.79 |
| 51 | 82757.07 | 147422.10 | 178138.36 |
| 50 | 82740.74 | 147329.83 | 178062.01 |
| 49 | 82724.40 | 147237.64 | 177985.74 |
| 48 | 82708.05 | 147145.53 | 177909.55 |
| 47 | 82691.70 | 147053.50 | 177833.43 |
| 46 | 82675.34 | 146961.55 | 177757.40 |
| 45 | 82658.97 | 146869.67 | 178681.45 |
| 44 | 82642.60 | 146777.87 | 177605.58 |
| 43 | 82626.22 | 146686.16 | 177529.79 |
| 42 | 82609.83 | 146594.52 | 177454.08 |
| 41 | 82593.43 | 146502.96 | 177378.45 |
| 40 | 82577.03 | 146411.47 | 177302.90 |
| 39 | 82560.62 | 146320.07 | 177227.43 |
| 38 | 82544.20 | 146228.74 | 177152.04 |
| 37 | 82527.78 | 146137.49 | 177076.73 |
| 36 | 82511.35 | 146046.32 | 177001.49 |
| 35 | 82494.91 | 145955.22 | 176926.33 |
| 34 | 82478.47 | 145864.20 | 176851.25 |
| 33 | 82462.02 | 145773.26 | 176776.25 |
| 32 | 82445.56 | 145682.40 | 176701.33 |
| 31 | 82429.09 | 145591.61 | 176626.49 |
| 30 | 82412.62 | 145500.90 | 176551.73 |
| 55 | | | |

| 34 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 56640.62 | 68728.10 | 121340.64 |
| 31 | 56664.59 | 68770.94 | 121364.91 |
| 32 | 56688.56 | 68813.79 | 121389.20 |
| 33 | 56712.52 | 68856.66 | 121413.51 |
| 34 | 56736.48 | 68899.55 | 121437.83 |
| 35 | 56760.43 | 68942.46 | 121462.18 |
| 36 | 56784.37 | 68985.38 | 121486.55 |
| 37 | 56808.31 | 69028.32 | 121510.94 |
| 38 | 56832.25 | 69071.28 | 121535.35 |
| 39 | 56856.18 | 69114.25 | 121559.78 |
| 40 | 56880.11 | 69157.24 | 121584.23 |
| 41 | 56904.03 | 69200.25 | 121608.70 |
| 42 | 56927.95 | 69243.28 | 121633.19 |
| 43 | 56951.86 | 69286.33 | 121657.70 |
| 44 | 56975.77 | 69329.39 | 121682.23 |
| 45 | 56999.68 | 69372.47 | 121706.78 |
| 46 | 57023.58 | 69415.57 | 121731.35 |
| 47 | 57047.47 | 69458.68 | 121755.94 |
| 48 | 57071.36 | 69501.81 | 121780.55 |
| 49 | 57095.24 | 69544.96 | 121805.18 |
| 50 | 57119.12 | 69588.13 | 121829.83 |
| 51 | 57142.99 | 69631.31 | 121854.50 |
| 52 | 57166.86 | 69674.51 | 121879.19 |
| 53 | 57190.73 | 69717.73 | 121903.90 |
| 54 | 57214.59 | 69760.97 | 121928.64 |
| 55 | 57238.44 | 69804.22 | 121953.39 |
| 56 | 57262.29 | 69847.49 | 121978.16 |
| 57 | 57286.14 | 69890.78 | 122002.96 |
| 58 | 57309.98 | 69934.09 | 122027.77 |
| 59 | 57333.81 | 69977.41 | 122052.60 |
| 60 | 57357.64 | 70020.75 | 122077.46 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 82412.62 | 145500.90 | 176551.73 |
| 29 | 82396.14 | 145410.27 | 176477.04 |
| 28 | 82379.65 | 145319.71 | 176402.43 |
| 27 | 82363.16 | 145229.23 | 176327.91 |
| 26 | 82346.66 | 145138.83 | 176253.45 |
| 25 | 82330.15 | 145048.50 | 176179.08 |
| 24 | 82313.64 | 144958.25 | 176104.78 |
| 23 | 82297.12 | 144868.08 | 176030.58 |
| 22 | 82280.59 | 144777.98 | 175956.42 |
| 21 | 82264.05 | 144687.96 | 175882.36 |
| 20 | 82247.51 | 144598.01 | 175808.37 |
| 19 | 82230.96 | 144508.14 | 175734.46 |
| 18 | 82214.40 | 144418.34 | 175660.63 |
| 17 | 82197.84 | 144328.62 | 175586.87 |
| 16 | 82181.27 | 144238.97 | 175513.19 |
| 15 | 82164.69 | 144149.40 | 175439.59 |
| 14 | 82148.11 | 144059.91 | 175366.07 |
| 13 | 82131.52 | 143970.49 | 175292.62 |
| 12 | 82114.92 | 143881.14 | 175219.24 |
| 11 | 82098.31 | 143791.87 | 175145.94 |
| 10 | 82081.70 | 143702.68 | 175072.73 |
| 9 | 82065.08 | 143613.56 | 174999.58 |
| 8 | 82048.46 | 143524.51 | 174926.51 |
| 7 | 82031.83 | 143435.54 | 174853.52 |
| 6 | 82015.19 | 143346.64 | 174780.60 |
| 5 | 81998.54 | 143257.81 | 174707.76 |
| 4 | 81981.8 | 143169.06 | 174634.99 |
| 3 | 81965.23 | 143080.39 | 174562.30 |
| 2 | 81948.56 | 142991.78 | 174489.69 |
| 1 | 81931.89 | 142903.26 | 174417.15 |
| 0 | 81915.21 | 142814.80 | 174344.68 |

55

| | ...inus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| | 57357.64 | 70020.75 | 122077.46 |
| 1 | 57381.47 | 70064.11 | 122102.33 |
| 2 | 57405.29 | 70107.49 | 122127.23 |
| 3 | 57429.11 | 70150.89 | 122152.15 |
| 4 | 57452.92 | 70194.30 | 122177.08 |
| 5 | 57476.72 | 70237.73 | 122202.04 |
| 6 | 57500.52 | 70281.18 | 122227.02 |
| 7 | 57524.32 | 70324.65 | 122252.02 |
| 8 | 57548.11 | 70368.13 | 122277.03 |
| 9 | 57571.90 | 70411.63 | 122302.07 |
| 10 | 57595.68 | 70455.15 | 122327.13 |
| 11 | 57619.46 | 70498.69 | 122352.21 |
| 12 | 57643.23 | 70542.24 | 122377.32 |
| 13 | 57667.00 | 70585.81 | 122402.44 |
| 14 | 57690.76 | 70629.40 | 122427.58 |
| 15 | 57714.52 | 70673.01 | 122452.74 |
| 16 | 57738.27 | 70716.64 | 122477.93 |
| 17 | 57762.02 | 70760.29 | 122503.13 |
| 18 | 57785.76 | 70803.95 | 122528.36 |
| 19 | 57809.50 | 70847.63 | 122553.61 |
| 20 | 57833.23 | 70891.33 | 122578.87 |
| 21 | 57856.96 | 70935.05 | 122604.16 |
| 22 | 57880.68 | 70978.78 | 122629.47 |
| 23 | 57904.40 | 71022.53 | 122654.80 |
| 24 | 57928.12 | 71066.30 | 122680.15 |
| 25 | 57951.83 | 71110.09 | 122705.52 |
| 26 | 57975.53 | 71153.90 | 122730.91 |
| 27 | 57999.23 | 71197.73 | 122756.33 |
| 28 | 58022.92 | 71241.57 | 122781.76 |
| 29 | 58046.61 | 71285.43 | 122807.21 |
| 30 | 58070.30 | 71329.31 | 122832.69 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 81915.21 | 142814.80 | 174344.68 |
| 59 | 81898.52 | 142726.42 | 174272.29 |
| 58 | 81881.82 | 142638 11 | 174199.97 |
| 57 | 81865.12 | 142549.87 | 174127.73 |
| 56 | 81848.41 | 142461.71 | 174055.56 |
| 55 | 81831.69 | 142373.62 | 173983.47 |
| 54 | 81814.97 | 142285.61 | 173911.45 |
| 53 | 81798.24 | 142197.66 | 173839.51 |
| 52 | 81781.50 | 142109.79 | 173767.64 |
| 51 | 81764.76 | 142022.00 | 173695.85 |
| 50 | 81748.01 | 141934.27 | 173624.13 |
| 49 | 81731.25 | 141846.62 | 173552.47 |
| 48 | 81714.49 | 141759.04 | 173480.90 |
| 47 | 81697.72 | 141671.53 | 173409.41 |
| 46 | 81680.94 | 141584.09 | 173337.98 |
| 45 | 81664.15 | 141496.73 | 173266.63 |
| 44 | 81647.36 | 141409.43 | 173195.35 |
| 43 | 81630.56 | 141322.21 | 173124.14 |
| 42 | 81613.76 | 141235.06 | 173053.01 |
| 41 | 81596.95 | 141147.99 | 172981.95 |
| 40 | 81580.13 | 141060.98 | 172910.96 |
| 39 | 81563.30 | 140974.05 | 172840.05 |
| 38 | 81546.47 | 140887.18 | 172769.21 |
| 37 | 81529.63 | 140800.39 | 172698.44 |
| 36 | 81512.78 | 140713.67 | 172627.74 |
| 35 | 81495.93 | 140627.02 | 172557.12 |
| 34 | 81479.06 | 140540.44 | 172486.57 |
| 33 | 81462.19 | 140453.93 | 172416.09 |
| 32 | 81445.32 | 140367.49 | 172345.68 |
| 31 | 81428.44 | 140281.13 | 172275.34 |
| 30 | 81411.55 | 140194.83 | 172205.08 |

54

| 35 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 58070.30 | 71329.31 | 122832.69 |
| 31 | 58093.98 | 71373.21 | 122858.19 |
| 32 | 58117.65 | 71417.13 | 122883.71 |
| 33 | 58141.32 | 71461.06 | 122909.25 |
| 34 | 58164.98 | 71505.01 | 122934.81 |
| 35 | 58188.64 | 71548.98 | 122960.39 |
| 36 | 58212.30 | 71592.97 | 122985.99 |
| 37 | 58235.95 | 71636.98 | 123011.61 |
| 38 | 58259.59 | 71681.01 | 123037.25 |
| 39 | 58283.23 | 71725.05 | 123062.92 |
| 40 | 58306.87 | 71769.11 | 123088.61 |
| 41 | 58330.50 | 71813.19 | 123114.32 |
| 42 | 58354.12 | 71857.29 | 123140.05 |
| 43 | 58377.74 | 71901.41 | 123165.80 |
| 44 | 58401.36 | 71945.55 | 123191.57 |
| 45 | 58424.97 | 71989.70 | 123217.36 |
| 46 | 58448.57 | 72033.87 | 123243.17 |
| 47 | 58472.17 | 72078.06 | 123269.00 |
| 48 | 58495.77 | 72122.27 | 123294.86 |
| 49 | 58519.36 | 72166.50 | 123320.74 |
| 50 | 58542.94 | 72210.75 | 123346.64 |
| 51 | 58566.52 | 72255.02 | 123372.56 |
| 52 | 58590.10 | 72299.31 | 123398.50 |
| 53 | 58613.67 | 72343.61 | 123424.46 |
| 54 | 58637.24 | 72387.93 | 123450.44 |
| 55 | 58660.80 | 72432.27 | 123476.45 |
| 56 | 58684.35 | 72476.63 | 123502.48 |
| 57 | 58707.90 | 72521.01 | 123528.52 |
| 58 | 58731.45 | 72565.41 | 123554.59 |
| 59 | 58754.99 | 72609.83 | 123580.68 |
| 60 | 58778.53 | 72654.26 | 123606.80 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 81411.55 | 140194.83 | 172205.08 |
| 29 | 81394.65 | 140108.60 | 172134.89 |
| 28 | 81377.75 | 140022.45 | 172064.77 |
| 27 | 81360.84 | 139936.36 | 171994.72 |
| 26 | 81343.93 | 139850.34 | 171924.75 |
| 25 | 81327.01 | 139764.40 | 171854.84 |
| 24 | 81310.08 | 139678.52 | 171785.01 |
| 23 | 81293.14 | 139592.72 | 171715.25 |
| 22 | 81276.20 | 139506.98 | 171645.56 |
| 21 | 81259.25 | 139421.31 | 171575.94 |
| 20 | 81242.29 | 139335.71 | 171506.39 |
| 19 | 81225.32 | 139250.18 | 171436.91 |
| 18 | 81208.35 | 139164.73 | 171367.50 |
| 17 | 81191.37 | 139079.34 | 171298.17 |
| 16 | 81174.39 | 138994.01 | 171228.90 |
| 15 | 81157.40 | 138908.76 | 171159.70 |
| 14 | 81140.40 | 138823.58 | 171090.58 |
| 13 | 81123.39 | 138738.46 | 171021.52 |
| 12 | 81106.38 | 138653.42 | 170952.54 |
| 11 | 81089.36 | 138568.44 | 170883.62 |
| 10 | 81072.33 | 138483.53 | 170814.78 |
| 9 | 81055.30 | 138398.69 | 170746.00 |
| 8 | 81038.26 | 138313.92 | 170677.30 |
| 7 | 81021.21 | 138229.22 | 170608.66 |
| 6 | 81004.16 | 138144.58 | 170540.10 |
| 5 | 80987.10 | 138060.01 | 170471.60 |
| 4 | 80970.03 | 137975.51 | 170403.18 |
| 3 | 80952.96 | 137891.08 | 170334.82 |
| 2 | 80935.88 | 137806.72 | 170266.53 |
| 1 | 80918.79 | 137722.42 | 170198.31 |
| 0 | 80901.70 | 137638.19 | 170130.16 |

54

| 36 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 58778.53 | 72654.26 | 123606.80 |
| 1 | 58802.06 | 72698.71 | 123632.94 |
| 2 | 58825.58 | 72743.18 | 123659.09 |
| 3 | 58849.10 | 72787.67 | 123685.26 |
| 4 | 58872.62 | 72832.18 | 123711.48 |
| 5 | 58896.13 | 72876.71 | 123737.68 |
| 6 | 58919.64 | 72921.26 | 123763.93 |
| 7 | 58943.14 | 72965.82 | 123790.19 |
| 8 | 58966.63 | 73010.40 | 123816.47 |
| 9 | 58990.12 | 73055.01 | 123842.78 |
| 10 | 59013.61 | 73099.63 | 123869.11 |
| 11 | 59037.09 | 73144.27 | 123895.46 |
| 12 | 59060.57 | 73188.94 | 123921.83 |
| 13 | 59084.04 | 73233.62 | 123948.22 |
| 14 | 59107.50 | 73278.31 | 123974.64 |
| 15 | 59130.96 | 73323.03 | 124001.08 |
| 16 | 59154.42 | 73367.77 | 124027.54 |
| 17 | 59177.87 | 73412 53 | 124054.02 |
| 18 | 59201.32 | 73457.30 | 124080.52 |
| 19 | 59224.76 | 73502.10 | 124107.04 |
| 20 | 59248.19 | 73546.91 | 124133.59 |
| 21 | 59271.62 | 73591.74 | 124160.16 |
| 22 | 59295.05 | 73636.60 | 124186.75 |
| 23 | 59318.47 | 73681.47 | 124213.36 |
| 24 | 59341.89 | 73726.36 | 124239.99 |
| 25 | 59365.30 | 73771.27 | 124266.65 |
| 26 | 59388.71 | 73816.20 | 124293.33 |
| 27 | 59412.11 | 73861.15 | 124320.03 |
| 28 | 59435.50 | 73906.11 | 124346.75 |
| 29 | 59458.89 | 73951.10 | 124373.49 |
| 30 | 59482.28 | 73996.11 | 124400.26 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 80901.70 | 137638.19 | 170130.16 |
| 59 | 80884.60 | 137554.03 | 170062.03 |
| 58 | 80867.49 | 137469.94 | 169994.07 |
| 57 | 80850.37 | 137385.91 | 169926.12 |
| 56 | 80833.25 | 137301.95 | 169858.25 |
| 55 | 80816.12 | 137218.05 | 169790.44 |
| 54 | 80798.99 | 137134.23 | 169722.71 |
| 53 | 80781.85 | 137050.47 | 169655.04 |
| 52 | 80764.70 | 136966.78 | 169587.43 |
| 51 | 80747.54 | 136883.15 | 169519.90 |
| 50 | 80730.38 | 136799.59 | 169452.44 |
| 49 | 80713.21 | 136716.10 | 169385.04 |
| 48 | 80696.03 | 136632.67 | 169317.71 |
| 47 | 80678.85 | 136549.31 | 169250.45 |
| 46 | 80661.66 | 136466.02 | 169183.26 |
| 45 | 80644.46 | 136382.79 | 169116.13 |
| 44 | 80627.26 | 136299.63 | 169049.07 |
| 43 | 80610.05 | 136216.53 | 168982.08 |
| 42 | 80592.83 | 136133.50 | 168915.16 |
| 41 | 80575.60 | 136050.54 | 168848.30 |
| 40 | 80558.37 | 135967.64 | 168781.51 |
| 39 | 80541.13 | 135884.81 | 169714.79 |
| 38 | 80523.89 | 135802.04 | 168648.14 |
| 37 | 80506.64 | 135719.34 | 168581.55 |
| 36 | 80489.38 | 135636.70 | 168515.03 |
| 35 | 80472.11 | 135554.13 | 168448.57 |
| 34 | 80454.84 | 135471.62 | 168382.18 |
| 33 | 80437.56 | 135389.18 | 168315.86 |
| 32 | 80420.28 | 135306.80 | 168249.61 |
| 31 | 80402.99 | 135224.49 | 168183.42 |
| 30 | 80385.69 | 135142.24 | 168117.30 |

| 34 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 55919.29 | 67450.85 | 120621.80 |
| 1 | 55943.40 | 67493.18 | 120645.48 |
| 2 | 55967.51 | 67535.53 | 120669.18 |
| 3 | 55991.61 | 67577.90 | 120692.85 |
| 4 | 56015.71 | 67620.28 | 120716.62 |
| 5 | 56039.81 | 67662.68 | 120740.37 |
| 6 | 56063.90 | 67705.09 | 120764.14 |
| 7 | 56087.98 | 67747.52 | 120787.93 |
| 8 | 56112.06 | 67789.97 | 120811.75 |
| 9 | 56136.14 | 67832.44 | 120835.59 |
| 10 | 56160.21 | 67874.92 | 120859.44 |
| 11 | 56184.28 | 67917.42 | 120883.31 |
| 12 | 56208.34 | 67959.93 | 120907.20 |
| 13 | 56232.39 | 68002.46 | 120931.12 |
| 14 | 56256.44 | 68045.01 | 120955.05 |
| 15 | 56280.49 | 68087.58 | 120979.00 |
| 16 | 56304.53 | 68130.16 | 121002.97 |
| 17 | 56328.57 | 68172.76 | 121026.96 |
| 18 | 56352.60 | 68215.38 | 121050.97 |
| 19 | 26376.63 | 68258.01 | 121075.00 |
| 20 | 56400.65 | 68300.66 | 121099.05 |
| 21 | 56424.67 | 68343.33 | 121123.12 |
| 22 | 56448.69 | 68386.01 | 121147.21 |
| 23 | 56472.70 | 68428.71 | 121171.32 |
| 24 | 56496.70 | 68471.43 | 121195.45 |
| 25 | 56520.70 | 68514.17 | 121219.60 |
| 26 | 56544.69 | 68556.92 | 121243.77 |
| 27 | 56568.68 | 68599.69 | 121267.96 |
| 28 | 56592.67 | 68642.47 | 121292.17 |
| 29 | 56616.65 | 68685.27 | 121316.40 |
| 30 | 56640.62 | 68728.10 | 121340.64 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 82903.76 | 148256.19 | 178829.16 |
| 59 | 82887.49 | 148163.11 | 178752.08 |
| 58 | 82871.21 | 148070.21 | 178675.08 |
| 57 | 82854.93 | 147977.38 | 178598.17 |
| 56 | 82838.64 | 147884.63 | 178521.33 |
| 55 | 82822.34 | 147791.97 | 178444.57 |
| 54 | 82806.03 | 147699.38 | 178367.90 |
| 53 | 82789.72 | 147606.88 | 178291.31 |
| 52 | 82773.40 | 147514.45 | 178214.79 |
| 51 | 82757.07 | 147422.10 | 178138.36 |
| 50 | 82740.74 | 147329.83 | 178062.01 |
| 49 | 82724.40 | 147237.64 | 177985.74 |
| 48 | 82708.05 | 147145.53 | 177909.55 |
| 47 | 82691.70 | 147053.50 | 177833.43 |
| 46 | 82675.34 | 146961.55 | 177757.40 |
| 45 | 82658.97 | 146869.67 | 178681.45 |
| 44 | 82642.60 | 146777.87 | 177605.58 |
| 43 | 82626.22 | 146686.16 | 177529.79 |
| 42 | 82609.83 | 146594.52 | 177454.08 |
| 41 | 82593.43 | 146502.96 | 177378.45 |
| 40 | 82577.03 | 146411.47 | 177302.90 |
| 39 | 82560.62 | 146320.07 | 177227.43 |
| 38 | 82544.20 | 146228.74 | 177152.04 |
| 37 | 82527.78 | 146137.49 | 177076.73 |
| 36 | 82511.35 | 146046.32 | 177001.49 |
| 35 | 82494.91 | 145955.22 | 176926.33 |
| 34 | 82478.47 | 145864.20 | 176851.25 |
| 33 | 82462.02 | 145773.26 | 176776.25 |
| 32 | 82445.56 | 145682.40 | 176701.33 |
| 31 | 82429.09 | 145591.61 | 176626.49 |
| 30 | 82412.62 | 145500.90 | 176551.73 |

| 34 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 56640.62 | 68728.10 | 121340.64 |
| 31 | 56664.59 | 68770.94 | 121364.91 |
| 32 | 56688.56 | 68813.79 | 121389.20 |
| 33 | 56712.52 | 68856.66 | 121413.51 |
| 34 | 56736.48 | 68899.55 | 121437.83 |
| 35 | 56760.43 | 68942.46 | 121462.18 |
| 36 | 56784.37 | 68985.38 | 121486.55 |
| 37 | 56808.31 | 69028.32 | 121510.94 |
| 38 | 56832.25 | 69071.28 | 121535.35 |
| 39 | 56856.18 | 69114.25 | 121559.78 |
| 40 | 56880.11 | 69157.24 | 121584.23 |
| 41 | 56904.03 | 60200.25 | 121608.70 |
| 42 | 56927.95 | 69243.28 | 121633.19 |
| 43 | 56951.86 | 69286.33 | 121657.70 |
| 44 | 56975.77 | 69329.39 | 121682.23 |
| 45 | 56999.68 | 69372.47 | 121706.78 |
| 46 | 57023.58 | 69415.57 | 121731.35 |
| 47 | 57047.47 | 69458.68 | 121755.94 |
| 48 | 57071.36 | 69501.81 | 121780.55 |
| 49 | 57095.24 | 69544.96 | 121805.18 |
| 50 | 57119.12 | 69588.13 | 121829.83 |
| 51 | 57142.99 | 69631.31 | 121854.50 |
| 52 | 57166.86 | 69674.51 | 121879.19 |
| 53 | 57190.73 | 69717.73 | 121903.90 |
| 54 | 57214.59 | 69760.97 | 121928.64 |
| 55 | 57238.44 | 69804.22 | 121953.89 |
| 56 | 57262.29 | 69847.49 | 121978.16 |
| 57 | 57286.14 | 69890.78 | 122002.96 |
| 58 | 57309.98 | 69934.09 | 122027.77 |
| 59 | 57333.81 | 69977.41 | 122052.60 |
| 60 | 57357.64 | 70020.75 | 122077.46 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 82412.62 | 145500.90 | 176551.73 |
| 29 | 82396.14 | 145410.27 | 176477.04 |
| 28 | 82379.65 | 145319.71 | 176402.43 |
| 27 | 82363.16 | 145229.23 | 176327.91 |
| 26 | 82346.66 | 145138.83 | 176253.45 |
| 25 | 82330.15 | 145048.50 | 176179.08 |
| 24 | 82313.64 | 144958.25 | 176104.78 |
| 23 | 82297.12 | 144868.08 | 176030.56 |
| 22 | 82280.59 | 144777.98 | 175956.42 |
| 21 | 82264.05 | 144687.96 | 175882.36 |
| 20 | 82247.51 | 144598.01 | 175808.37 |
| 19 | 82230.96 | 144508.14 | 175734.46 |
| 18 | 82214.40 | 144418.34 | 175660.63 |
| 17 | 82197.84 | 144328.62 | 175586.87 |
| 16 | 82181.27 | 144238.97 | 175513.19 |
| 15 | 82164.69 | 144149.40 | 175439.59 |
| 14 | 82148.11 | 144059.91 | 175366.07 |
| 13 | 82131.52 | 143970.49 | 175292.62 |
| 12 | 82114.92 | 143881.14 | 175219.24 |
| 11 | 82098.31 | 143791.87 | 175145.94 |
| 10 | 82081.70 | 143702.68 | 175072.73 |
| 9 | 82065.08 | 143613.56 | 174999.58 |
| 8 | 82048.46 | 143524.51 | 174926.51 |
| 7 | 82031.83 | 143435.54 | 174853.52 |
| 6 | 82015.19 | 143346.64 | 174780.60 |
| 5 | 81998.54 | 143257.81 | 174707.76 |
| 4 | 81981.8 | 143169.06 | 174634.99 |
| 3 | 81965.23 | 143080.39 | 174562.30 |
| 2 | 81948.56 | 142991.78 | 174489.69 |
| 1 | 81931.89 | 142903.26 | 174417.15 |
| 0 | 81915.21 | 142814.80 | 174344.68 |
| 55 | | | |

| 35 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 57357.64 | 70020.75 | 122077.46 |
| 1 | 57381.47 | 70064.11 | 122102.33 |
| 2 | 57405.29 | 70107.49 | 122127.23 |
| 3 | 57429.11 | 70150.89 | 122152.15 |
| 4 | 57452.92 | 70194.30 | 122177.08 |
| 5 | 57476.72 | 70237.73 | 122202.04 |
| 6 | 57500.52 | 70281.18 | 122227.02 |
| 7 | 57524.32 | 70324.65 | 122252.02 |
| 8 | 57548.11 | 70368.13 | 122277.03 |
| 9 | 57571.90 | 70411.63 | 122302.07 |
| 10 | 57595.68 | 70455.15 | 122327.13 |
| 11 | 57619.46 | 70498.69 | 122352.21 |
| 12 | 57643.23 | 70542.24 | 122377.32 |
| 13 | 57667.00 | 70585.81 | 122402.44 |
| 14 | 57690.76 | 70629.40 | 122427.58 |
| 15 | 57714.52 | 70673.01 | 122452.74 |
| 16 | 57738.27 | 70716.64 | 122477.93 |
| 17 | 57762.02 | 70760.29 | 122503.13 |
| 18 | 57785.76 | 70803.95 | 122528.36 |
| 19 | 57809.50 | 70847.63 | 122553.61 |
| 20 | 57833.23 | 70891.33 | 122578.87 |
| 21 | 57856.96 | 70935.05 | 122604.16 |
| 22 | 57880.68 | 70978.78 | 122629.47 |
| 23 | 57904.40 | 71022.53 | 122654.80 |
| 24 | 57928.12 | 71066.30 | 122680.15 |
| 25 | 57951.83 | 71110.09 | 122705.52 |
| 26 | 57975.53 | 71153.90 | 122730.91 |
| 27 | 57999.23 | 71197.73 | 122756.33 |
| 28 | 58022.92 | 71241.57 | 122781.76 |
| 29 | 58046.61 | 71285.43 | 122807.21 |
| 30 | 58070.30 | 71329.31 | 122832.69 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 81915.21 | 142814.80 | 174344.68 |
| 59 | 81898.52 | 142726.42 | 174272.29 |
| 58 | 81881.82 | 142638.11 | 174199.97 |
| 57 | 81865.12 | 142549.87 | 174127.73 |
| 56 | 81848.41 | 142461.71 | 174055.56 |
| 55 | 81831.69 | 142373.62 | 173983.47 |
| 54 | 81814.97 | 142285.61 | 173911.45 |
| 53 | 81798.24 | 142197.66 | 173839.51 |
| 52 | 81781.50 | 142109.79 | 173767.64 |
| 51 | 81764.76 | 142022.00 | 173695.85 |
| 50 | 81748.01 | 141934.27 | 173624.13 |
| 49 | 81731.25 | 141846.62 | 173552.47 |
| 48 | 81714.49 | 141759.04 | 173480.90 |
| 47 | 81697.72 | 141671.53 | 173409.41 |
| 46 | 81680.94 | 141584.09 | 173337.98 |
| 45 | 81664.15 | 141496.73 | 173266.63 |
| 44 | 81647.36 | 141409.43 | 173195.35 |
| 43 | 81630.56 | 141322.21 | 173124.14 |
| 42 | 81613.76 | 141235.06 | 173053.01 |
| 41 | 81596.95 | 141147.99 | 172981.95 |
| 40 | 81580.13 | 141060.98 | 172910.96 |
| 39 | 81563.30 | 140974.05 | 172840.05 |
| 38 | 81546.47 | 140887.18 | 172769.21 |
| 37 | 81529.63 | 140800.39 | 172698.44 |
| 36 | 81512.78 | 140713.67 | 172627.74 |
| 35 | 81495.93 | 140627.02 | 172557.12 |
| 34 | 81479.06 | 140540.44 | 172486.57 |
| 33 | 81462.19 | 140453.93 | 172416.09 |
| 32 | 81445.32 | 140367.49 | 172345.68 |
| 31 | 81428.44 | 140281.13 | 172275.34 |
| 30 | 81411.55 | 140194.83 | 172205.08 |

| 35 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 58070.30 | 71329.31 | 122832.69 |
| 31 | 58093.98 | 71373.21 | 122858.19 |
| 32 | 58117.65 | 71417.13 | 122883.71 |
| 33 | 58141.32 | 71461.06 | 122909.25 |
| 34 | 58164.98 | 71505.01 | 122934.81 |
| 35 | 58188.64 | 71548.98 | 122960.39 |
| 36 | 58212.30 | 71592.97 | 122985.99 |
| 37 | 58235.95 | 71636.98 | 123011.61 |
| 38 | 58259.59 | 71681.01 | 123037.25 |
| 39 | 58283.23 | 71725.05 | 123062.92 |
| 40 | 58306.87 | 71769.11 | 123088.61 |
| 41 | 58330.50 | 71813.19 | 123114.32 |
| 42 | 58354.12 | 71857.29 | 123140.05 |
| 43 | 58377.74 | 71901.41 | 123165.80 |
| 44 | 58401.36 | 71945.55 | 123191.57 |
| 45 | 58424.97 | 71989.70 | 123217.36 |
| 46 | 58448.57 | 72033.87 | 123243.17 |
| 47 | 58472.17 | 72078.06 | 123269.00 |
| 48 | 58495.77 | 72122.27 | 123294.86 |
| 49 | 58519.36 | 72166.50 | 123320.74 |
| 50 | 58542.94 | 72210.75 | 123346.64 |
| 51 | 58566.52 | 72255.02 | 123372.56 |
| 52 | 58590.10 | 72299.31 | 123398.50 |
| 53 | 58613.67 | 72343.61 | 123424.46 |
| 54 | 58637.24 | 72387.93 | 123450.44 |
| 55 | 58660.80 | 72432.27 | 123476.45 |
| 56 | 58684.35 | 72476.63 | 123502.48 |
| 57 | 58707.90 | 72521.01 | 123528.52 |
| 58 | 58731.45 | 72565.41 | 123554.59 |
| 59 | 58754.99 | 72609.83 | 123580.68 |
| 60 | 58778.53 | 72654.26 | 123606.80 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 81411.55 | 140194.83 | 172205.08 |
| 29 | 81394.65 | 140108.60 | 172134.89 |
| 28 | 81377.75 | 140022.45 | 172064.77 |
| 27 | 81360.84 | 139936.36 | 171994.72 |
| 26 | 81343.93 | 139850.34 | 171924.75 |
| 25 | 81327.01 | 139764.40 | 171854.84 |
| 24 | 81310.08 | 139678.52 | 171785.01 |
| 23 | 81293.14 | 139592.72 | 171715.25 |
| 22 | 81276.20 | 139506.98 | 171645.56 |
| 21 | 81259.25 | 139421.31 | 171[illegible]75.94 |
| 20 | 81242.29 | 139335.71 | 171506.39 |
| 19 | 81225.32 | 139250.18 | 171436.91 |
| 18 | 81208.35 | 139164.73 | 171367.50 |
| 17 | 81191.37 | 139079.34 | 171298.17 |
| 16 | 81174.39 | 138994.01 | 171228.90 |
| 15 | 81157.40 | 138908.76 | 171159.70 |
| 14 | 81140.40 | 138823.58 | 171090.58 |
| 13 | 81123.39 | 138738.46 | 171021.52 |
| 12 | 81106.38 | 138653.42 | 170952.54 |
| 11 | 81089.36 | 138568.44 | 170883.62 |
| 10 | 81072.33 | 138483.53 | 170814.78 |
| 9 | 81055.30 | 138398.69 | 170746.00 |
| 8 | 81038.26 | 138313.92 | 170677.30 |
| 7 | 81021.21 | 138229.22 | 170608.66 |
| 6 | 81004.16 | 138144.58 | 170540.10 |
| 5 | 80987.10 | 138060.01 | 170471.60 |
| 4 | 80970.03 | 137975.51 | 170403.18 |
| 3 | 80952.96 | 137891.08 | 170334.82 |
| 2 | 80935.88 | 137806.72 | 170266.53 |
| 1 | 80918.79 | 137722.42 | 170198.31 |
| 0 | 80901.70 | 137638.19 | 170130.16 |

54

| 36 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 58778.53 | 72654.26 | 123606.80 |
| 1 | 58802.06 | 72698.71 | 123632.94 |
| 2 | 58825.58 | 72743.18 | 123659.09 |
| 3 | 58849.10 | 72787.67 | 123685.26 |
| 4 | 58872.62 | 72832.18 | 123711.48 |
| 5 | 58896.13 | 72876.71 | 123737.68 |
| 6 | 58919.64 | 72921.26 | 123763.93 |
| 7 | 58943.14 | 72965.82 | 123790.19 |
| 8 | 58966.63 | 73010.40 | 123816.47 |
| 9 | 58990.12 | 73055.01 | 123842.78 |
| 10 | 59013.61 | 73099.63 | 123869.11 |
| 11 | 59037.09 | 73144.27 | 123895.46 |
| 12 | 59060.57 | 73188.94 | 123921.83 |
| 13 | 59084.04 | 73233.62 | 123948.22 |
| 14 | 59107.50 | 73278.31 | 123974.64 |
| 15 | 59130.96 | 73323.03 | 124001.08 |
| 16 | 59154.42 | 73367.77 | 124027.54 |
| 17 | 59177.87 | 73412 53 | 124054.02 |
| 18 | 59201.32 | 73457.30 | 124080.52 |
| 19 | 59224.76 | 73502.10 | 124107.04 |
| 20 | 59248.19 | 73546.91 | 124133.59 |
| 21 | 59271.62 | 73591.74 | 124160.26 |
| 22 | 59295.05 | 73636.60 | 124186.75 |
| 23 | 59318.47 | 73681.47 | 124213.36 |
| 24 | 59341.89 | 73726.36 | 124239.99 |
| 25 | 59365.30 | 73771.27 | 124266.65 |
| 26 | 59388.71 | 73816.20 | 124293.33 |
| 27 | 59412.11 | 73861.15 | 124320.03 |
| 28 | 59435.50 | 73906.11 | 124346.75 |
| 29 | 59458.89 | 73951.10 | 124373.49 |
| 30 | 59482.28 | 73996.11 | 124400.26 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 80901.70 | 137638.19 | 170130.16 |
| 59 | 80884.60 | 137554.03 | 170062.08 |
| 58 | 80867.49 | 137469.94 | 169994.07 |
| 57 | 80850.37 | 137385.91 | 169926.12 |
| 56 | 80833.25 | 137301.95 | 169858.25 |
| 55 | 80816.12 | 137218.05 | 169790.44 |
| 54 | 80798.99 | 137134.23 | 169722.71 |
| 53 | 80781.85 | 137050.47 | 169655.04 |
| 52 | 80764.70 | 136966.78 | 169587.43 |
| 51 | 80747.54 | 136883.15 | 169519.90 |
| 50 | 80730.38 | 136799.59 | 169452.44 |
| 49 | 80713.21 | 136716.10 | 169385.04 |
| 48 | 80696.03 | 136632.67 | 169317.71 |
| 47 | 80678.85 | 136549.31 | 169250.45 |
| 46 | 80661.66 | 136466.02 | 169183.26 |
| 45 | 80644.46 | 136382.79 | 169116.13 |
| 44 | 80627.26 | 136299.63 | 169049.07 |
| 43 | 80610.05 | 136216.53 | 168982.08 |
| 42 | 80592.83 | 136133.50 | 168915.16 |
| 41 | 80575.60 | 136050.54 | 168848.30 |
| 40 | 80558.37 | 135967.64 | 168781.51 |
| 39 | 80541.13 | 135884.81 | 169714.79 |
| 38 | 80523.89 | 135802.04 | 168648.14 |
| 37 | 80506.64 | 135719.34 | 168581.55 |
| 36 | 80489.38 | 135636.70 | 168515.03 |
| 35 | 80472.11 | 135554.13 | 168448.57 |
| 34 | 80454.84 | 135471.62 | 168382.18 |
| 33 | 80437.56 | 135389.18 | 168315.86 |
| 32 | 80420.28 | 135306.80 | 168249.61 |
| 31 | 80402.99 | 135224.49 | 168183.42 |
| 30 | 80385.69 | 135142.24 | 168117.30 |

| 36 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 59482.28 | 73996.11 | 124400.26 |
| 31 | 59505.66 | 74041.14 | 124427.05 |
| 32 | 59529.03 | 74086.18 | 124453.86 |
| 33 | 59552.40 | 74131.24 | 124480.69 |
| 34 | 59575.77 | 74176.33 | 124507.54 |
| 35 | 59599.13 | 74221.43 | 124534.42 |
| 36 | 59622.49 | 74266.55 | 124561.31 |
| 37 | 59645.84 | 74311.70 | 124588.23 |
| 38 | 59669.18 | 74356.86 | 124615.18 |
| 39 | 59692.52 | 74402.04 | 124642.14 |
| 40 | 59715.86 | 74447.24 | 124669.13 |
| 41 | 59739.19 | 74492.46 | 124696.14 |
| 42 | 59762.51 | 74537.70 | 124723.17 |
| 43 | 59785.83 | 74582.96 | 124750.22 |
| 44 | 59809.15 | 74628.24 | 124777.30 |
| 45 | 59832.46 | 74673.54 | 124804.40 |
| 46 | 59855.76 | 74718.86 | 124831.52 |
| 47 | 59879.06 | 74764.20 | 124858.66 |
| 48 | 59902.36 | 74809.56 | 124885.83 |
| 49 | 59925.65 | 74854.94 | 124913.02 |
| 50 | 59948.93 | 74900.33 | 124940.23 |
| 51 | 59972.21 | 74945.75 | 124967.46 |
| 52 | 59995.49 | 74991.19 | 124994.71 |
| 53 | 60018.76 | 75036.65 | 125021.99 |
| 54 | 60042.02 | 75082.12 | 125049.29 |
| 55 | 60065.28 | 75127.62 | 125076.61 |
| 56 | 60088.53 | 75173.14 | 125103.96 |
| 57 | 60111.78 | 75218.67 | 125131.33 |
| 58 | 60135.03 | 75264.23 | 125158.72 |
| 59 | 60158.27 | 75309.81 | 125186.13 |
| 60 | 60181.50 | 75355.40 | 125213.57 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 80385.69 | 135142.24 | 168117.30 |
| 29 | 80368.38 | 135060.06 | 168051.24 |
| 28 | 80351.07 | 134977.94 | 167985.25 |
| 27 | 80333.75 | 134895.89 | 167919.33 |
| 26 | 80316.42 | 134813.90 | 167853.47 |
| 25 | 80299.09 | 134731.97 | 167787.68 |
| 24 | 80281.75 | 134650.11 | 167721.95 |
| 23 | 80264.40 | 134568.32 | 167656.29 |
| 22 | 80247.05 | 134486.58 | 167590.70 |
| 21 | 80229.69 | 134404.92 | 167525.17 |
| 20 | 80212.32 | 134323.31 | 167459.70 |
| 19 | 80194.94 | 134241.77 | 167394.30 |
| 18 | 80177.56 | 134160.29 | 167328.97 |
| 17 | 80160.17 | 134078.88 | 167263.70 |
| 16 | 80142.78 | 133997.53 | 167198.50 |
| 15 | 80125.38 | 133916.24 | 167133.86 |
| 14 | 80107.97 | 133835.02 | 167068.28 |
| 13 | 80090.56 | 133753.86 | 167003.28 |
| 12 | 80073.14 | 133672.76 | 166938.33 |
| 11 | 80055.71 | 133591.72 | 166873.45 |
| 10 | 80038.27 | 133510.75 | 166808.64 |
| 9 | 80020.83 | 133429.84 | 166743.89 |
| 8 | 80003.38 | 133349.00 | 166679.20 |
| 7 | 79985.93 | 133268.22 | 166614.58 |
| 6 | 79968.47 | 133187.49 | 166550.02 |
| 5 | 79951.00 | 133106.84 | 166485.52 |
| 4 | 79933.52 | 133026.24 | 166421.09 |
| 3 | 79916.04 | 132945.71 | 166356.73 |
| 2 | 79898.55 | 132865.24 | 166292.43 |
| 1 | 79881.05 | 132784.83 | 166228.19 |
| 0 | 79863.55 | 132704.48 | 166164.01 |

| 37 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 60181.50 | 75355.40 | 125213.57 |
| 1 | 60204.73 | 75401.02 | 125241.02 |
| 2 | 60227.95 | 75446.66 | 125268.50 |
| 3 | 60251.17 | 75492.32 | 125296.01 |
| 4 | 60274.39 | 75537.99 | 125323.53 |
| 5 | 60297.60 | 75583 60 | 125351.08 |
| 6 | 60320.80 | 75629.41 | 125378.65 |
| 7 | 60344.00 | 75675.14 | 125406.25 |
| 8 | 60367.19 | 75720.90 | 125433.87 |
| 9 | 60390.38 | 75766.68 | 125461.51 |
| 10 | 60413.56 | 75812.48 | 125489.17 |
| 11 | 60436.74 | 75858.29 | 125516.85 |
| 12 | 60459.91 | 75904.13 | 125544.56 |
| 13 | 60483.08 | 75949.99 | 125572.29 |
| 14 | 60506.24 | 75995.87 | 125600.05 |
| 15 | 60529.40 | 76041.77 | 125627.82 |
| 16 | 60552.55 | 76087.69 | 125655.62 |
| 17 | 60575.70 | 76133.63 | 125683.45 |
| 18 | 60598.84 | 76179.59 | 125711.29 |
| 19 | 60621.98 | 76225.57 | 125739.16 |
| 20 | 60645.11 | 76271.57 | 125767.05 |
| 21 | 60668.23 | 76317.59 | 125794.97 |
| 22 | 60691.35 | 76363.63 | 125822.91 |
| 23 | 60714.47 | 76409.69 | 125850.87 |
| 24 | 60737.58 | 76455.77 | 125878.85 |
| 25 | 60760.69 | 76501.88 | 125906.86 |
| 26 | 60783.79 | 76548.00 | 125934.89 |
| 27 | 60806.89 | 76594.14 | 125962.94 |
| 28 | 60829.98 | 76640.31 | 125991.02 |
| 29 | 60853.06 | 76686.49 | 126019.12 |
| 30 | 60876.14 | 76732.70 | 126047.24 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 79863.55 | 132704.48 | 166164.01 |
| 59 | 79846 04 | 132624.20 | 166099.90 |
| 58 | 79828.52 | 132543.97 | 166035.85 |
| 57 | 79811.00 | 132463.81 | 165971.87 |
| 56 | 79793.47 | 132383.71 | 165907.95 |
| 55 | 79775.93 | 132303.68 | 165844.05 |
| 54 | 79758.39 | 132223.70 | 165780.30 |
| 53 | 79740.84 | 132143.79 | 165716.57 |
| 52 | 79723.28 | 132063.93 | 165652.90 |
| 51 | 79705.72 | 131984.14 | 165589.29 |
| 50 | 79688.15 | 131904.41 | 165525.75 |
| 49 | 79670.57 | 131824.74 | 165462.27 |
| 48 | 79652.99 | 131745.13 | 165398.85 |
| 47 | 79635.40 | 131665.59 | 165335.50 |
| 46 | 79617.80 | 131586.10 | 165272.21 |
| 45 | 79600.20 | 131506.68 | 165208.98 |
| 44 | 79582.59 | 131427.31 | 165145.81 |
| 43 | 79564 97 | 131348.01 | 165082.70 |
| 42 | 79547.35 | 131268.76 | 165019.66 |
| 41 | 79529.72 | 131189.58 | 164956.68 |
| 40 | 79512.08 | 131110.46 | 164893.76 |
| 39 | 79494.43 | 131031.40 | 164830.90 |
| 38 | 79476.78 | 130952.39 | 164768.11 |
| 37 | 79459.12 | 130873.45 | 164705.37 |
| 36 | 79441.46 | 130794.57 | 164642.70 |
| 35 | 79423.79 | 130715.75 | 164580.09 |
| 34 | 79406.11 | 130636.99 | 164517.54 |
| 33 | 79388.43 | 130558.28 | 164455.06 |
| 32 | 79370.74 | 130479.64 | 164392.63 |
| 31 | 79353.04 | 130401.06 | 164330.27 |
| 30 | 79335.33 | 130322.54 | 164267.96 |

| 37 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 60876.14 | 76732.70 | 126047.24 |
| 31 | 60899.22 | 76778.93 | 126075.39 |
| 32 | 60922.29 | 76825.17 | 126103.56 |
| 33 | 60945.35 | 76871.44 | 126131.75 |
| 34 | 60968.41 | 76917.73 | 126159.97 |
| 35 | 60991.47 | 76964.04 | 126188.20 |
| 36 | 61014.52 | 77010.37 | 126216.46 |
| 37 | 61037.56 | 77056.72 | 126244.75 |
| 38 | 61060.60 | 77103.09 | 126273.06 |
| 39 | 61083.63 | 77149.48 | 126301.40 |
| 40 | 61106.66 | 77195.89 | 126329.75 |
| 41 | 61129.68 | 77242.33 | 126358.13 |
| 42 | 61152.70 | 77288.79 | 126386.53 |
| 43 | 61175.72 | 77335.26 | 126414.96 |
| 44 | 61198.73 | 77381.75 | 126443.41 |
| 45 | 61221.73 | 77428.27 | 126471.88 |
| 46 | 61244.73 | 77474.81 | 126500.38 |
| 47 | 61267.72 | 77521.37 | 126528.90 |
| 48 | 61290.71 | 77567.95 | 126557.45 |
| 49 | 61313.69 | 77614.55 | 126586.02 |
| 50 | 61336.66 | 77661.17 | 126614.60 |
| 51 | 61359.63 | 77707.82 | 126643.22 |
| 52 | 61382.60 | 77754.48 | 126671.86 |
| 53 | 61405.56 | 77801.17 | 126700.52 |
| 54 | 61428.52 | 77847.88 | 126729.21 |
| 55 | 61451.47 | 77894.60 | 126757.92 |
| 56 | 61474.42 | 77941.35 | 126786.65 |
| 57 | 61497.36 | 77988.12 | 126815.41 |
| 58 | 61520.29 | 78034.92 | 126844.19 |
| 59 | 61543.22 | 78081.73 | 126872.99 |
| 60 | 61566.15 | 78128.56 | 126901.82 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 79335.33 | 130322.54 | 164267.96 |
| 29 | 79317.62 | 130244.07 | 164205.72 |
| 28 | 79299.90 | 130165.67 | 164143.54 |
| 27 | 79282.18 | 130087.32 | 164081.42 |
| 26 | 79264.45 | 130009.04 | 164019.36 |
| 25 | 79246.71 | 129930.81 | 163957.36 |
| 24 | 79228.96 | 129852.65 | 163895.42 |
| 23 | 79211.21 | 129774.54 | 163833.55 |
| 22 | 79193.45 | 129696.49 | 163771.73 |
| 21 | 79175.69 | 129618.50 | 163709.97 |
| 20 | 79157.92 | 129540.57 | 163648.28 |
| 19 | 79140.14 | 129462.69 | 163586.64 |
| 18 | 79122.35 | 129384.88 | 163525.07 |
| 17 | 79104.56 | 129307.12 | 163463.55 |
| 16 | 79086.76 | 129229.43 | 163402.10 |
| 15 | 79068.96 | 129151.79 | 163340.70 |
| 14 | 79051.15 | 129074.21 | 163279.37 |
| 13 | 79033.33 | 128996.69 | 163218.09 |
| 12 | 79015.50 | 128919.22 | 163156.88 |
| 11 | 78997.67 | 128841.82 | 163095.72 |
| 10 | 78979.83 | 128764.47 | 163034.62 |
| 9 | 78961.98 | 128687.18 | 162973.59 |
| 8 | 78944.13 | 128609.95 | 162912.61 |
| 7 | 78926.27 | 128532.77 | 162851.69 |
| 6 | 78908.41 | 128455.66 | 162790.83 |
| 5 | 78890.54 | 128378.60 | 162730.03 |
| 4 | 78872.66 | 128301.60 | 162669.29 |
| 3 | 78854.77 | 128224.66 | 162608.61 |
| 2 | 78836.88 | 128147.76 | 162547.99 |
| 1 | 78818.98 | 128070.93 | 162487.43 |
| 0 | 78801.07 | 127994.16 | 162426.92 |

| 38 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 61566.15 | 78128.56 | 126901.82 |
| 1 | 61589.07 | 78175.42 | 126930.67 |
| 2 | 61611.98 | 78222.29 | 126959.55 |
| 3 | 61634.89 | 78269.19 | 126988.45 |
| 4 | 61657.79 | 78316.11 | 127017.37 |
| 5 | 61680.69 | 78363.05 | 127046.32 |
| 6 | 61703.59 | 78410.02 | 127075.29 |
| 7 | 61726.48 | 78457.00 | 127104.29 |
| 8 | 61749.36 | 78504.00 | 127133.31 |
| 9 | 61772.24 | 78551.03 | 127162.35 |
| 10 | 61795.11 | 78598.08 | 127191.42 |
| 11 | 61817.98 | 78645.15 | 127220.51 |
| 12 | 61840.84 | 78692.24 | 127249.63 |
| 13 | 61863.70 | 78739.35 | 127278.77 |
| 14 | 61886.55 | 78786.49 | 127307.94 |
| 15 | 61909.40 | 78833.64 | 127337.12 |
| 16 | 61932.24 | 78880.82 | 127366.34 |
| 17 | 61955.07 | 78928.02 | 127395.57 |
| 18 | 61977.90 | 78975.24 | 127424.84 |
| 19 | 62000.73 | 79022.48 | 127454.12 |
| 20 | 62023.55 | 79069.75 | 127483.43 |
| 21 | 62046.36 | 79117.03 | 127512.76 |
| 22 | 62069.17 | 79164.34 | 127542.12 |
| 23 | 62091.98 | 79211.67 | 127571.50 |
| 24 | 62114.78 | 79259.02 | 127600.91 |
| 25 | 62137.57 | 79306.40 | 127630.34 |
| 26 | 62160.36 | 79353.79 | 127659.80 |
| 27 | 62183.14 | 79401.21 | 127689.28 |
| 28 | 62205.92 | 79448.65 | 127718.78 |
| 29 | 62228.69 | 79496.11 | 127748.31 |
| 30 | 62251.46 | 79543.59 | 127777.87 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 78801.07 | 127994.16 | 162426.92 |
| 59 | 78783.16 | 127917.45 | 162366.48 |
| 58 | 78765.24 | 127840.79 | 162306.09 |
| 57 | 78747.32 | 127764.19 | 162245.76 |
| 56 | 78729.39 | 127687.64 | 162185.49 |
| 55 | 78711.45 | 127611.16 | 162125.28 |
| 54 | 78693.50 | 127534.73 | 162065.13 |
| 53 | 78675.55 | 127458.36 | 162005.04 |
| 52 | 78657.59 | 127382.04 | 161945.00 |
| 51 | 78639.62 | 127305.78 | 161885.02 |
| 50 | 78621.65 | 127229.57 | 161825.10 |
| 49 | 78603.67 | 127153.42 | 161765.24 |
| 48 | 78585.69 | 127077.33 | 161705.44 |
| 47 | 78567.70 | 127001.30 | 161645.69 |
| 46 | 78549.70 | 126925.32 | 161586.00 |
| 45 | 78531.69 | 126849.39 | 161526.37 |
| 44 | 78513.68 | 126773.53 | 161466.80 |
| 43 | 78495.66 | 126697.72 | 161407.28 |
| 42 | 78477.64 | 126621.96 | 161347.83 |
| 41 | 78459.61 | 126546.26 | 161288.43 |
| 40 | 78441.57 | 126470.62 | 161229.08 |
| 39 | 78423.52 | 126395.03 | 161169.80 |
| 38 | 78405.47 | 126319.50 | 161110.57 |
| 37 | 78387.41 | 126244.02 | 161051.40 |
| 36 | 78369.35 | 126168.60 | 160992.28 |
| 35 | 78351.28 | 126093.23 | 160933.23 |
| 34 | 78333.20 | 126017.92 | 160874.23 |
| 33 | 78315.11 | 125942.67 | 160815.28 |
| 32 | 78297.02 | 125867.47 | 160756.40 |
| 31 | 78278.92 | 125792.32 | 160697.57 |
| 30 | 78260.82 | 125717.23 | 160638.79 |
| 51 | | | |

| 38 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 62251.46 | 79543.59 | 127777.87 |
| 31 | 62274.22 | 79591.10 | 127807.45 |
| 32 | 62296.98 | 79638.62 | 127837.05 |
| 33 | 62319.73 | 79686.17 | 127866.67 |
| 34 | 62342.48 | 79733.74 | 127896.32 |
| 35 | 62365.22 | 79781.34 | 127926.00 |
| 36 | 62387.96 | 79828.95 | 127955.70 |
| 37 | 62410.69 | 79876.59 | 127985.43 |
| 38 | 62433.42 | 79924.25 | 128015.18 |
| 39 | 62456.14 | 79971.93 | 128044.95 |
| 40 | 62478.85 | 80019.63 | 128074.75 |
| 41 | 62501.56 | 80067.36 | 128104.57 |
| 42 | 62524.26 | 80115.11 | 128134.42 |
| 43 | 62546.96 | 80162.88 | 128164.30 |
| 44 | 62569.66 | 80210.67 | 128194.20 |
| 45 | 62592.35 | 80258.48 | 128224.12 |
| 46 | 62615.03 | 80306.32 | 128254.07 |
| 47 | 62637.71 | 80354.18 | 128284.04 |
| 48 | 62660.38 | 80402.06 | 128314.04 |
| 49 | 62683.05 | 80449.97 | 128344.06 |
| 50 | 62705.71 | 80497.90 | 128374.11 |
| 51 | 62728.37 | 80545.85 | 128404.18 |
| 52 | 62751.02 | 80593.82 | 128434.28 |
| 53 | 62773.66 | 80641.81 | 128464.40 |
| 54 | 62796.30 | 80689.83 | 128494.55 |
| 55 | 62818.94 | 80737.87 | 128524.72 |
| 56 | 62841.57 | 80785.93 | 128554.92 |
| 57 | 62864.20 | 80834.01 | 128585.14 |
| 58 | 62886.82 | 80882.12 | 128615.39 |
| 59 | 62909.43 | 80930.25 | 128645.66 |
| 60 | 62932.04 | 80978.40 | 128675.96 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 78260.82 | 125717.23 | 160638.79 |
| 29 | 78242.71 | 125642.19 | 160580.08 |
| 28 | 78224.59 | 125567.21 | 160521.42 |
| 27 | 78206.46 | 125492.29 | 160462.81 |
| 26 | 78188.33 | 125417.42 | 160404.26 |
| 25 | 78170.19 | 125342.60 | 160345.77 |
| 24 | 78152.65 | 125267.84 | 160287.34 |
| 23 | 78133.90 | 125193.13 | 160228.96 |
| 22 | 78115.74 | 125118.48 | 160170.64 |
| 21 | 78097.57 | 125043.88 | 160112.37 |
| 20 | 78079.40 | 124969.33 | 160054.16 |
| 19 | 78061.22 | 124894.84 | 159996.00 |
| 18 | 78043.04 | 124820.40 | 159937.90 |
| 17 | 78024.85 | 124746.02 | 159879.86 |
| 16 | 78006.65 | 124671.69 | 159821.87 |
| 15 | 77988.45 | 124597.42 | 159763.94 |
| 14 | 77970.24 | 124523.20 | 159706.06 |
| 13 | 77952.02 | 124449.03 | 159648.24 |
| 12 | 77933.80 | 124374.92 | 159590.47 |
| 11 | 77915.57 | 124300.86 | 159532.76 |
| 10 | 77897.33 | 124226.85 | 159475.11 |
| 9 | 77877.08 | 124152.90 | 159417.51 |
| 8 | 77860.83 | 124079.00 | 159359.96 |
| 7 | 77842.57 | 124005.15 | 159302.47 |
| 6 | 77824.31 | 123931.36 | 159245.04 |
| 5 | 77806.04 | 123857.62 | 159187.66 |
| 4 | 77787.77 | 123783.93 | 159130.33 |
| 3 | 77769.49 | 123710.30 | 159073.06 |
| 2 | 77751.20 | 123636.72 | 159015.84 |
| 1 | 77732.90 | 123563.19 | 158958.68 |
| 0 | 77714.60 | 123489.72 | 158901.57 |
| 51 | | | |

| 39 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 62932.04 | 80978.40 | 128675.96 |
| 1 | 62954.64 | 81026.58 | 128706.28 |
| 2 | 62977.24 | 81074.78 | 128736.63 |
| 3 | 62999.83 | 81123.00 | 128767.00 |
| 4 | 63022.42 | 81171.24 | 128797.40 |
| 5 | 63045.00 | 81219.51 | 128827.82 |
| 6 | 63067.58 | 81267.80 | 128858.27 |
| 7 | 63090.15 | 81316.11 | 128888.75 |
| 8 | 63112.72 | 81364.44 | 128919.25 |
| 9 | 63135.28 | 81412.80 | 128949.77 |
| 10 | 63157.84 | 81461.18 | 128980.32 |
| 11 | 63180.39 | 81509.58 | 129010.90 |
| 12 | 63202.93 | 81558.01 | 129041.50 |
| 13 | 63225.47 | 81606.46 | 129072.13 |
| 14 | 63248.00 | 81654.93 | 129102.78 |
| 15 | 63270.53 | 81703.43 | 129133.46 |
| 16 | 63293.05 | 81751.95 | 129164.16 |
| 17 | 63315.57 | 81800.49 | 129194.89 |
| 18 | 63338.08 | 81849.05 | 129225.64 |
| 19 | 63360.59 | 81897.64 | 129256.42 |
| 20 | 63383.09 | 81946.25 | 129287.23 |
| 21 | 63405.59 | 81994.88 | 129318.06 |
| 22 | 63428.08 | 82043.54 | 129348.92 |
| 23 | 63450.57 | 82092.22 | 129379.80 |
| 24 | 63473.05 | 82140.93 | 129410.71 |
| 25 | 63495.53 | 82189.65 | 129441.64 |
| 26 | 63518.00 | 82238.40 | 129472.60 |
| 27 | 63540.46 | 82287.18 | 129503.59 |
| 28 | 63562.92 | 82335.97 | 129534.60 |
| 29 | 63585.37 | 82384.79 | 129565.64 |
| 30 | 63607.82 | 82433.64 | 129596.70 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 77714.60 | 123489.72 | 158901.57 |
| 59 | 77696.29 | 123416.29 | 158844.52 |
| 58 | 77677.97 | 123342.92 | 158787.52 |
| 57 | 77659.65 | 123269.61 | 158730.58 |
| 56 | 77641.32 | 123196.34 | 158673.69 |
| 55 | 77622,98 | 123123.13 | 158616.85 |
| 54 | 77604.64 | 123049.97 | 158560.07 |
| 53 | 77586.29 | 122976.87 | 158503.34 |
| 52 | 77567.94 | 122903.81 | 158446.67 |
| 51 | 77549.58 | 122830.81 | 158390.05 |
| 50 | 77531.21 | 122757.86 | 158333.48 |
| 49 | 77512.83 | 122684.96 | 158276.97 |
| 48 | 77494.45 | 122612.11 | 158220.51 |
| 47 | 77476.06 | 122539.32 | 158164.11 |
| 46 | 77457.67 | 122466.58 | 158107.76 |
| 45 | 77439.27 | 122393.89 | 158051.46 |
| 44 | 77420.86 | 122321.25 | 157995.21 |
| 43 | 77402.44 | 122248.66 | 157939.02 |
| 42 | 77384.02 | 122176.13 | 157882.89 |
| 41 | 77365.59 | 122103.64 | 157826.80 |
| 40 | 77347.16 | 122031.21 | 157770.77 |
| 39 | 77328,72 | 121958.83 | 157714.79 |
| 38 | 77310,27 | 121886.50 | 157658.87 |
| 37 | 77291.82 | 121814.22 | 157603.00 |
| 36 | 77273.36 | 121741.99 | 157547.18 |
| 35 | 77254.89 | 121669.82 | 157491.41 |
| 34 | 77236.42 | 121597.69 | 157435.70 |
| 33 | 77217.94 | 121525.62 | 157380.04 |
| 32 | 77199.45 | 121453.59 | 157324.43 |
| 31 | 77180.96 | 121381.62 | 157268.87 |
| 30 | 77162.46 | 121309.70 | 157213.37 |

50

| 39 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 63607.82 | 82433.64 | 129596.70 |
| 31 | 63630.26 | 82482.51 | 129627.79 |
| 32 | 63652.70 | 82531.40 | 129658.90 |
| 33 | 63675.13 | 82580.31 | 129690.04 |
| 34 | 63697.56 | 82629.25 | 129721.21 |
| 35 | 63719.98 | 82678.21 | 129752.40 |
| 36 | 63742.40 | 82727.19 | 129783.62 |
| 37 | 63764.81 | 82776.20 | 129814.87 |
| 38 | 63787.21 | 82825.23 | 129846.14 |
| 39 | 63809.61 | 82874.29 | 129877.44 |
| 40 | 63832.01 | 82923.37 | 129908.76 |
| 41 | 63854.40 | 82972.47 | 129940.11 |
| 42 | 63876.78 | 83021.60 | 129971.48 |
| 43 | 63899.16 | 83070.75 | 130002.88 |
| 44 | 63921.53 | 83119.92 | 130034.31 |
| 45 | 63943.90 | 83169.12 | 130065.76 |
| 46 | 63966.26 | 83218.34 | 130097.24 |
| 47 | 63988.62 | 83267.59 | 130128.75 |
| 48 | 64010.97 | 83316.86 | 130160.28 |
| 49 | 64033.32 | 83366.15 | 130191.84 |
| 50 | 64055.66 | 83415.47 | 130223.43 |
| 51 | 64077.99 | 83464.81 | 130255.04 |
| 52 | 64100.32 | 83514.18 | 130286.68 |
| 53 | 64122.64 | 83563.57 | 130318.34 |
| 54 | 64144.96 | 83612.98 | 130350.03 |
| 55 | 64167.27 | 83662.42 | 130381.75 |
| 56 | 64189.58 | 83711.88 | 130413.49 |
| 57 | 64211.88 | 83761.36 | 130445.26 |
| 58 | 64234.18 | 83810.87 | 130477.06 |
| 59 | 64256.47 | 83860.40 | 130508.88 |
| 60 | 64278.76 | 83909.96 | 130540.73 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 77162.46 | 121309.70 | 157213.37 |
| 29 | 77143.95 | 121237.83 | 157157.92 |
| 28 | 77125.44 | 121166.01 | 157102.52 |
| 27 | 77106.92 | 121094.24 | 157047.17 |
| 26 | 77088.39 | 121022.52 | 156991.88 |
| 25 | 77069.86 | 120950.85 | 156936.64 |
| 24 | 77051.32 | 120879.23 | 156881.45 |
| 23 | 77032.78 | 120807.67 | 156826.31 |
| 22 | 77014.23 | 120736.15 | 156771.23 |
| 21 | 76995.67 | 120664.68 | 156716.19 |
| 20 | 76977.10 | 120593.27 | 156661.21 |
| 19 | 76958.53 | 120521.90 | 156606.28 |
| 18 | 76939.95 | 120450.58 | 156551.41 |
| 17 | 76921.37 | 120379.31 | 156496.58 |
| 16 | 76902.78 | 120308.10 | 156441.81 |
| 15 | 76884.18 | 120236.93 | 156387.08 |
| 14 | 76865.58 | 120165.81 | 156332.41 |
| 13 | 76846.97 | 120094.75 | 156277.79 |
| 12 | 76828.35 | 120023.73 | 156223.22 |
| 11 | 76809.73 | 119952.76 | 156168.70 |
| 10 | 76791.10 | 119881.84 | 156114.24 |
| 9 | 76772.46 | 119810.97 | 156059.82 |
| 8 | 76753.82 | 119740.15 | 156005.46 |
| 7 | 76735.17 | 119669.38 | 155951.15 |
| 6 | 76716.51 | 119598.66 | 155896.89 |
| 5 | 76697.85 | 119527.99 | 155842.67 |
| 4 | 76679.18 | 119457.36 | 155788.51 |
| 3 | 76660.51 | 119386.79 | 155734.41 |
| 2 | 76641.83 | 119316.26 | 155680.35 |
| 1 | 76623.14 | 119245.79 | 155626.34 |
| 0 | 76604.44 | 119175.36 | 155572.38 |

50

| 40 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 64278.76 | 83909.96 | 130540.73 |
| 1 | 64301.04 | 83959.54 | 130572.61 |
| 2 | 64323.32 | 84009.15 | 130604.51 |
| 3 | 64345.59 | 84058.78 | 130636.44 |
| 4 | 64367.85 | 84108.44 | 130668.39 |
| 5 | 64390.11 | 84158.12 | 130700.37 |
| 6 | 64412.36 | 84207.82 | 130732.38 |
| 7 | 64434.61 | 84257.55 | 130764.42 |
| 8 | 64456.85 | 84307.30 | 130796.49 |
| 9 | 64479.09 | 84357.08 | 130828.58 |
| 10 | 64501.32 | 84406.88 | 130860.70 |
| 11 | 64523.55 | 84456.70 | 130892.84 |
| 12 | 64545.77 | 84506.55 | 130925.01 |
| 13 | 64567.98 | 84556.43 | 130957.21 |
| 14 | 64590.19 | 84606.33 | 130989.43 |
| 15 | 64612.40 | 84656.25 | 131021.68 |
| 16 | 64634.60 | 84706.20 | 131053.96 |
| 17 | 64656.79 | 84756.17 | 131086.26 |
| 18 | 64678.98 | 84806.17 | 131118.59 |
| 19 | 64701.16 | 84856.19 | 131150.95 |
| 20 | 64723.34 | 84906.24 | 131183.34 |
| 21 | 64745.51 | 84956.31 | 131215.75 |
| 22 | 64767.67 | 85006.40 | 131248.19 |
| 23 | 64789.83 | 85056.52 | 131280.66 |
| 24 | 64811.99 | 85106.67 | 131313.16 |
| 25 | 64834.14 | 85156.84 | 131345.68 |
| 26 | 64856.28 | 85207.04 | 131378.23 |
| 27 | 64878.42 | 85257.26 | 131410.81 |
| 28 | 64900.55 | 85307.50 | 131443.41 |
| 29 | 64922.68 | 85357.77 | 131476.04 |
| 30 | 64944.80 | 85408.07 | 131508.70 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 76604.44 | 119175.36 | 155572.38 |
| 59 | 76585.74 | 119104.98 | 155518.48 |
| 58 | 76567.03 | 119034.65 | 155464.62 |
| 57 | 76548.32 | 118964.37 | 155410.81 |
| 56 | 76529.60 | 118894.14 | 155357.06 |
| 55 | 76510.87 | 118823.95 | 155303.35 |
| 54 | 76492.14 | 118753.82 | 155249.70 |
| 53 | 76473.40 | 118683.73 | 155196.09 |
| 52 | 76454.65 | 118613.69 | 155142 54 |
| 51 | 76435.90 | 118543.70 | 155089.04 |
| 50 | 76417.14 | 118473.76 | 155035.58 |
| 49 | 76398.37 | 118403.87 | 154982.18 |
| 48 | 76379.60 | 118334.02 | 154928.82 |
| 47 | 76360.82 | 118264.22 | 154875.52 |
| 46 | 76342.04 | 118194.47 | 154822.26 |
| 45 | 76323.25 | 118124.77 | 154769.06 |
| 44 | 76304.45 | 118055.12 | 154715.90 |
| 43 | 76285.64 | 117985.51 | 154662.80 |
| 42 | 76266.83 | 117915.95 | 154609.74 |
| 41 | 76248.01 | 117846.44 | 154556.73 |
| 40 | 76229.19 | 117776.98 | 154503.78 |
| 39 | 76210.36 | 117707.56 | 154450.87 |
| 38 | 76191.52 | 117638.20 | 154398.01 |
| 37 | 76172.68 | 117568.88 | 154345.20 |
| 36 | 76153.83 | 117499.60 | 154292.44 |
| 35 | 76134.97 | 117430.38 | 154239.73 |
| 34 | 76116.11 | 117361.20 | 154187.06 |
| 33 | 76097.24 | 117292.07 | 154134.45 |
| 32 | 76078.37 | 117222.98 | 154081.89 |
| 31 | 76059.49 | 117153.95 | 154029.37 |
| 30 | 76040.60 | 117084.96 | 153976.90 |
| 49 | | | |

| 40 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 64944.80 | 85408.07 | 131508.70 |
| 31 | 64966.92 | 85458.39 | 131541.39 |
| 32 | 64989.03 | 85508.73 | 131574.10 |
| 33 | 65011.14 | 85559.10 | 131606.84 |
| 34 | 65033.24 | 85609.50 | 131639.61 |
| 35 | 65055.33 | 85659.92 | 131672.41 |
| 36 | 65077.42 | 85710.37 | 131705.23 |
| 37 | 65099.50 | 85760.84 | 131738.08 |
| 38 | 65121.58 | 85811.33 | 131770.96 |
| 39 | 65143.66 | 85861.85 | 131803.86 |
| 40 | 65165.72 | 85912.40 | 131836.79 |
| 41 | 65187.78 | 85962.97 | 131869.75 |
| 42 | 65209.84 | 86013.57 | 131902.74 |
| 43 | 65231.89 | 86064.19 | 131935.76 |
| 44 | 65253.94 | 86114.84 | 131968.81 |
| 45 | 65275.98 | 86165.51 | 132001.88 |
| 46 | 65298.01 | 86216.21 | 132034.98 |
| 47 | 65320.04 | 86266.93 | 132068.11 |
| 48 | 65342.06 | 86317.68 | 132101.26 |
| 49 | 65364.08 | 86368.46 | 132134.44 |
| 50 | 65386.09 | 86419.26 | 132167.65 |
| 51 | 65408.10 | 86470.09 | 132200.89 |
| 52 | 65430.10 | 86520.94 | 132234.16 |
| 53 | 65452.09 | 86571.81 | 132267.45 |
| 54 | 65474.08 | 86622.71 | 132300.77 |
| 55 | 65496.06 | 86673.64 | 132334.12 |
| 56 | 65518.04 | 86724.60 | 132367.50 |
| 57 | 65540.01 | 86775.58 | 132400.91 |
| 58 | 65561.98 | 86826.59 | 132434.35 |
| 59 | 65583.94 | 86877.62 | 132467.81 |
| 60 | 65605.90 | 86928.68 | 132501.30 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 76040.60 | 117084.96 | 153976.90 |
| 29 | 76021.70 | 117016.01 | 153924.49 |
| 28 | 76002.80 | 116947.12 | 153872.12 |
| 27 | 75983.89 | 116878.27 | 153819.80 |
| 26 | 75964.98 | 116809.47 | 153767.52 |
| 25 | 75946.06 | 116740.71 | 153715.30 |
| 24 | 75927.13 | 116672.00 | 153663.12 |
| 23 | 75908.20 | 116603.34 | 153611.00 |
| 22 | 75889.26 | 116534.72 | 153558.92 |
| 21 | 75870.31 | 116466.15 | 153506.89 |
| 20 | 75851.36 | 116397.63 | 153454.91 |
| 19 | 75832.40 | 116329.16 | 153402.97 |
| 18 | 75813.43 | 116260.73 | 153351.09 |
| 17 | 75794.46 | 116192.34 | 153299.25 |
| 16 | 75775.48 | 116124.00 | 153247.46 |
| 15 | 75756.50 | 116055.71 | 153195.72 |
| 14 | 75737.51 | 115987.47 | 153144.03 |
| 13 | 75718.51 | 115919.27 | 153092.38 |
| 12 | 75699.50 | 115851.11 | 153040.78 |
| 11 | 75680.49 | 115783.01 | 152989.23 |
| 10 | 75661.47 | 115714.95 | 152937.73 |
| 9 | 75642.45 | 115646.93 | 152886.27 |
| 8 | 75623.42 | 115578.96 | 152834.87 |
| 7 | 75604.39 | 115511.04 | 152783.51 |
| 6 | 75585.35 | 115443.16 | 152732.19 |
| 5 | 75566.30 | 115375.32 | 152680.93 |
| 4 | 75547.24 | 115307.54 | 152629.71 |
| 3 | 75528.18 | 115239.75 | 152578.54 |
| 2 | 75509.11 | 115172.10 | 152527.41 |
| 1 | 75490.04 | 115104.45 | 152476.34 |
| 0 | 75470.96 | 115036.84 | 152425.31 |

| 41 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 65605.90 | 86928.68 | 132501.30 |
| 1 | 65627.85 | 86979.76 | 132534.82 |
| 2 | 65649.80 | 87030.87 | 132568.37 |
| 3 | 65671.74 | 87082.00 | 132601.94 |
| 4 | 65693.67 | 87133.16 | 132635.54 |
| 5 | 65715.60 | 87184.35 | 132669.18 |
| 6 | 65737.52 | 87235.56 | 132702.84 |
| 7 | 65759.44 | 87286.80 | 132736.53 |
| 8 | 65781.35 | 87338.06 | 132770.25 |
| 9 | 65803.26 | 87389.35 | 132803.99 |
| 10 | 65825.16 | 87440.67 | 132837.76 |
| 11 | 65847.06 | 87492.01 | 132871.56 |
| 12 | 65868.95 | 87543.38 | 132905.39 |
| 13 | 65890.83 | 87594.78 | 132939.25 |
| 14 | 65912.71 | 87646.20 | 132973.14 |
| 15 | 65934.58 | 87697.65 | 133007.06 |
| 16 | 65956.45 | 87749.12 | 133041.00 |
| 17 | 65978.31 | 87800.62 | 133074.97 |
| 18 | 66000.17 | 87852.15 | 133108.97 |
| 19 | 66022.02 | 87903.70 | 133143.00 |
| 20 | 66043.86 | 87955.28 | 133177 06 |
| 21 | 66065.70 | 88006.89 | 133211.15 |
| 22 | 66087.53 | 88058.52 | 133245.27 |
| 23 | 66109.36 | 88110.18 | 133279.42 |
| 24 | 66131.18 | 88161.86 | 133313.59 |
| 25 | 66153.00 | 88213.57 | 133347.79 |
| 26 | 66174.81 | 88265.31 | 133382.02 |
| 27 | 66196.62 | 88317.07 | 133416.28 |
| 28 | 66218.42 | 88368.86 | 133450.57 |
| 29 | 66240.22 | 88420.68 | 133484.89 |
| 30 | 66262.01 | 88472.53 | 133519.24 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 75470.96 | 115036.84 | 152425.31 |
| 59 | 75451.87 | 114969.28 | 152374.33 |
| 58 | 75432.78 | 114901.76 | 152323.39 |
| 57 | 75413.68 | 114834.29 | 152272.50 |
| 56 | 75394.57 | 114766.87 | 152221.66 |
| 55 | 75375.46 | 114699.49 | 152170.87 |
| 54 | 75356.34 | 114632.15 | 152120.12 |
| 53 | 75337.21 | 114564.86 | 152069.42 |
| 52 | 75318.08 | 114497.62 | 152018.76 |
| 51 | 75298.94 | 114430.41 | 151968.15 |
| 50 | 75279.80 | 114363.26 | 151917.59 |
| 49 | 75260.65 | 114296.15 | 151867.08 |
| 48 | 75241.49 | 114229.08 | 151816.61 |
| 47 | 75222.33 | 114162.06 | 151766.19 |
| 46 | 75203.16 | 114095.08 | 151715.81 |
| 45 | 75183.98 | 114028.15 | 151665.48 |
| 44 | 75164.80 | 113961.26 | 151615.20 |
| 43 | 75145.61 | 113894.41 | 151564.96 |
| 42 | 75126.41 | 113827.61 | 151514.77 |
| 41 | 75107.21 | 113760.85 | 151464.62 |
| 40 | 75088.00 | 113694.14 | 151414.52 |
| 39 | 75068.79 | 113627.47 | 151364.47 |
| 38 | 75049.57 | 113560.85 | 151314.46 |
| 37 | 75030.34 | 113494.27 | 151264.50 |
| 36 | 75011.11 | 113427.73 | 151214.59 |
| 35 | 74991.87 | 113361.24 | 151164.72 |
| 34 | 74972.62 | 113294.79 | 151114.89 |
| 33 | 74953.37 | 113228.39 | 151065.11 |
| 32 | 74934.11 | 113162.03 | 151015.38 |
| 31 | 74914.84 | 113095.71 | 150965.69 |
| 30 | 74895.57 | 113029.44 | 150916.05 |
| 48 | | | |

| 41 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 66262.01 | 88472.53 | 133519.24 |
| 31 | 66283.79 | 88524.40 | 133553.62 |
| 32 | 66305.57 | 88576.30 | 133588.03 |
| 33 | 66327.34 | 88628.22 | 133622.46 |
| 34 | 66349.11 | 88680.17 | 133656.92 |
| 35 | 66370.87 | 88732.15 | 133691.41 |
| 36 | 66392.62 | 88784.16 | 133725.94 |
| 37 | 66414.37 | 88836.20 | 133760.49 |
| 38 | 66436.11 | 88888.26 | 133795.07 |
| 39 | 66457.85 | 88940.34 | 133829.68 |
| 40 | 66479.59 | 88992.45 | 133864.32 |
| 41 | 66501.32 | 89044.59 | 133808.09 |
| 42 | 66523.04 | 89096.75 | 133933.69 |
| 43 | 66544.75 | 89148.94 | 133968.42 |
| 44 | 66566.46 | 89201.16 | 134003.17 |
| 45 | 66588.17 | 89253.41 | 134037.95 |
| 46 | 66609.87 | 89305.69 | 134072.76 |
| 47 | 66631.56 | 89357.99 | 134107.61 |
| 48 | 66653.25 | 89410.32 | 134142.48 |
| 49 | 66674.93 | 89462.68 | 134177.38 |
| 50 | 66606.61 | 89515.06 | 134212.32 |
| 51 | 66718.28 | 89567.47 | 134247.28 |
| 52 | 66739.94 | 89619.91 | 134282.27 |
| 53 | 66761.60 | 89672.38 | 134317.20 |
| 54 | 66783.26 | 89724.87 | 134352.34 |
| 55 | 66804.91 | 89777.39 | 134387.42 |
| 56 | 66826.55 | 89829.94 | 134422.53 |
| 57 | 66848.18 | 89882.52 | 134457.67 |
| 58 | 66869.81 | 89935.12 | 134492.84 |
| 59 | 66891.44 | 89987.75 | 134528.04 |
| 60 | 66913.06 | 90040.41 | 134563.27 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 74895.57 | 113029.44 | 150916.05 |
| 29 | 74876.29 | 112963.21 | 150866.45 |
| 28 | 74857.01 | 112807.02 | 150816.90 |
| 27 | 74837.72 | 112830.88 | 150767.39 |
| 26 | 74818.42 | 112764.78 | 150717.93 |
| 25 | 74799.12 | 112698.72 | 150668.52 |
| 24 | 74779.81 | 112632.71 | 150619.15 |
| 23 | 74760.49 | 112566.74 | 150569.82 |
| 22 | 74741.17 | 112500.81 | 150520.54 |
| 21 | 74721.84 | 112434.93 | 150471.31 |
| 20 | 74702.51 | 112369.09 | 150422.11 |
| 19 | 74683.17 | 112303.29 | 150372.97 |
| 18 | 74663.82 | 112237.54 | 150323.87 |
| 17 | 74644.46 | 112171.83 | 150274.81 |
| 16 | 74625.10 | 112106.16 | 150225.80 |
| 15 | 74605.74 | 112040.53 | 150176.88 |
| 14 | 74586.37 | 111974.95 | 150127.91 |
| 13 | 74566.99 | 111909.41 | 150079.03 |
| 12 | 74547.60 | 111843.91 | 150030.20 |
| 11 | 74528.21 | 111778.46 | 149981.41 |
| 10 | 74508.81 | 111713.05 | 149932.67 |
| 9 | 74489.40 | 111647.68 | 149883.97 |
| 8 | 74469.99 | 111582.35 | 149835.31 |
| 7 | 74450.57 | 111517.06 | 149786.70 |
| 6 | 74431.15 | 111451.82 | 149738.13 |
| 5 | 74411.72 | 111386.62 | 149689.61 |
| 4 | 74392.29 | 111321.46 | 149641.13 |
| 3 | 74372.85 | 111256.35 | 149592.70 |
| 2 | 74353.40 | 111191.27 | 149544.30 |
| 1 | 74333.94 | 111126.24 | 149495.96 |
| 0 | 74314.48 | 111061.25 | 149447.65 |

48

| 42 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 66913.06 | 90040.41 | 134503.27 |
| 1 | 66934.67 | 90093.09 | 134598.53 |
| 2 | 66956.28 | 90145.80 | 134633.82 |
| 3 | 66977.88 | 90198.54 | 134669.14 |
| 4 | 66999.48 | 90251.31 | 134704.49 |
| 5 | 67021.07 | 90304.11 | 134739.87 |
| 6 | 67042.66 | 90356.94 | 134775.28 |
| 7 | 67064.24 | 90409.79 | 134810.72 |
| 8 | 67085.82 | 90462.67 | 134846.19 |
| 9 | 67107.39 | 90515.58 | 134881.69 |
| 10 | 67128.95 | 90568.51 | 134917.23 |
| 11 | 67150.51 | 90621.47 | 134952.77 |
| 12 | 67172.06 | 90674.46 | 134988.36 |
| 13 | 67193.61 | 90727.48 | 135023.98 |
| 14 | 67215.15 | 90780.53 | 135059.63 |
| 15 | 67236.68 | 90833.60 | 135095.31 |
| 16 | 67258.21 | 90886.71 | 135131.02 |
| 17 | 67279.73 | 90939.84 | 135166.76 |
| 18 | 67301.25 | 90993.00 | 135202.94 |
| 19 | 67322.76 | 91046.19 | 135238.34 |
| 20 | 67344.27 | 91099.41 | 135274.17 |
| 21 | 67365.77 | 91152.65 | 135310.03 |
| 22 | 67387.27 | 91205.92 | 135345.93 |
| 23 | 67408.76 | 91259.22 | 135381.86 |
| 24 | 67430.24 | 91312.55 | 135417.81 |
| 25 | 67451.72 | 91365.91 | 135453.79 |
| 26 | 67473.19 | 91419.29 | 135489.80 |
| 27 | 67494.66 | 91472.70 | 135525.85 |
| 28 | 67516.12 | 91526.15 | 135561.93 |
| 29 | 67537.57 | 91579.62 | 135598.03 |
| 30 | 67559.02 | 91633.12 | 135634.17 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 74314.48 | 111061.25 | 149447.65 |
| 59 | 74295.01 | 110996.30 | 149399.40 |
| 58 | 74275.54 | 110931.40 | 149351.18 |
| 57 | 74256.06 | 110866.53 | 149303.01 |
| 56 | 74236.57 | 110801.71 | 149254.88 |
| 55 | 74217.08 | 110736.93 | 149206.80 |
| 54 | 74197.58 | 110672.19 | 149158.75 |
| 53 | 74178.08 | 110607.50 | 149110.76 |
| 52 | 74158.57 | 110542.84 | 149062.80 |
| 51 | 74139.05 | 110478.23 | 149014.89 |
| 50 | 74119.53 | 110413.65 | 148967.03 |
| 49 | 74100.00 | 110349.12 | 148919.20 |
| 48 | 74080.46 | 110284.63 | 148871.42 |
| 47 | 74060.92 | 110220.19 | 148823.69 |
| 46 | 74041.37 | 110155.78 | 148775.99 |
| 45 | 74021.81 | 110091.41 | 148728.34 |
| 44 | 74002.25 | 110027.09 | 148680.73 |
| 43 | 73982.68 | 109962.81 | 148633.17 |
| 42 | 73963.11 | 109898.56 | 148585.65 |
| 41 | 73943.53 | 109834.36 | 148538.17 |
| 40 | 73923.94 | 109770.20 | 148490.73 |
| 39 | 73904.35 | 109706.08 | 148443.34 |
| 38 | 73884.75 | 109642.01 | 148395.99 |
| 37 | 73865.15 | 109577.97 | 148348.68 |
| 36 | 73845.54 | 109513.97 | 148301.42 |
| 35 | 73825.92 | 109450.02 | 148254.20 |
| 34 | 73806.29 | 109386.10 | 148207.02 |
| 33 | 73786.66 | 109322.23 | 148159.88 |
| 32 | 73767.02 | 109258.40 | 148112.78 |
| 31 | 73747.38 | 109194.60 | 148065.73 |
| 30 | 73727.73 | 109130.85 | 148018.72 |

47

| 42 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 67559.02 | 91633.12 | 135634.17 |
| 31 | 67580.46 | 91686.65 | 135670.34 |
| 32 | 67601.90 | 91740.20 | 135706.54 |
| 33 | 67623.33 | 91793.79 | 135742.77 |
| 34 | 67644.76 | 91847.40 | 135779.03 |
| 35 | 67666.18 | 91901.04 | 135815.32 |
| 36 | 67687.60 | 91954.71 | 135851.64 |
| 37 | 67709.01 | 92008.41 | 135888.00 |
| 38 | 67730.41 | 92062.14 | 135924.38 |
| 39 | 67751.81 | 92115.90 | 135960.80 |
| 40 | 67773.20 | 92169.68 | 135997.25 |
| 41 | 67794.59 | 92223.50 | 136033.72 |
| 42 | 67815.97 | 92277.34 | 136070.23 |
| 43 | 67837.34 | 92331.22 | 136106.77 |
| 44 | 67858.71 | 92385.12 | 136143.34 |
| 45 | 67880.07 | 92439.05 | 136179.95 |
| 46 | 67901.43 | 92493.01 | 136216.58 |
| 47 | 67922.78 | 92547.00 | 136253.24 |
| 48 | 67944.13 | 92601.01 | 136289.94 |
| 49 | 67965.47 | 92655.06 | 136326.67 |
| 50 | 67986.81 | 92709.14 | 136363.43 |
| 51 | 68008.14 | 92763.24 | 136400.22 |
| 52 | 68029.46 | 92817.38 | 136437.04 |
| 53 | 68050.78 | 92871.54 | 136473.89 |
| 54 | 68072.09 | 92925.73 | 136510.78 |
| 55 | 68093.39 | 92979.96 | 136546.70 |
| 56 | 68114.69 | 93034.21 | 136584.64 |
| 57 | 68135.99 | 93088.49 | 136621.62 |
| 58 | 68157.28 | 93142.80 | 136658.63 |
| 59 | 68178.56 | 93197.14 | 136695.67 |
| 60 | 68199.84 | 93251.51 | 136732.75 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 73727.73 | 109130.85 | 148018.72 |
| 29 | 73708.08 | 109067.14 | 147971.76 |
| 28 | 73688.42 | 109003.47 | 147924.83 |
| 27 | 73668.75 | 108939.83 | 147877.95 |
| 26 | 73649.07 | 108876.24 | 147831.11 |
| 25 | 73629.39 | 108812.69 | 147784.31 |
| 24 | 73609.71 | 108749.18 | 147737.55 |
| 23 | 73590.02 | 108685.71 | 147690.84 |
| 22 | 73570.32 | 108622.28 | 147644.17 |
| 21 | 73550.61 | 108558.89 | 147597.54 |
| 20 | 73530.90 | 108495.54 | 147550.95 |
| 19 | 73511.18 | 108432.23 | 147504.40 |
| 18 | 73491.46 | 108368.96 | 147457.90 |
| 17 | 73471.73 | 108305.73 | 147411.44 |
| 16 | 73451.99 | 108242.54 | 147365.01 |
| 15 | 73432.25 | 108179.39 | 147318.64 |
| 14 | 73412.50 | 108116.28 | 147272.30 |
| 13 | 73392.75 | 108053.21 | 147226.00 |
| 12 | 73372.99 | 107990.18 | 147179.75 |
| 11 | 73353.22 | 107927.18 | 147133.53 |
| 10 | 73333.45 | 107864.23 | 147087.36 |
| 9 | 73313.67 | 107801.32 | 147041.23 |
| 8 | 73293.88 | 107738.44 | 146995.14 |
| 7 | 73274.09 | 107675.61 | 146949.10 |
| 6 | 73254.29 | 107612.82 | 146903.09 |
| 5 | 73234.48 | 107550.06 | 146857.13 |
| 4 | 73214.67 | 107487.34 | 146811.20 |
| 3 | 73194.85 | 107424.67 | 146765.32 |
| 2 | 73175.03 | 107362.03 | 146719.48 |
| 1 | 73155.20 | 107299.43 | 146673.68 |
| 0 | 73135.37 | 107236.87 | 146627.[illegible]2 |

47

| 43 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 68199.84 | 93251.51 | 136732.75 |
| 1 | 68221.11 | 93305.91 | 136769.85 |
| 2 | 68242.37 | 93360.34 | 136806.99 |
| 3 | 68263.63 | 93414.79 | 136844.16 |
| 4 | 68284.88 | 93469.28 | 136881.36 |
| 5 | 68306.13 | 93523.80 | 136918.59 |
| 6 | 68327.37 | 93578.34 | 136955.86 |
| 7 | 68348.61 | 93632.92 | 136993.15 |
| 8 | 68369.84 | 93687.53 | 137030.48 |
| 9 | 68391.07 | 93742.16 | 137067.84 |
| 10 | 68412.29 | 93796.83 | 137105.23 |
| 11 | 68433.50 | 93851.52 | 137142.66 |
| 12 | 68454.71 | 93906.25 | 137180.11 |
| 13 | 68475.91 | 93961.01 | 137217.60 |
| 14 | 68497.11 | 94015.79 | 137255.12 |
| 15 | 68518.30 | 94070.61 | 137292.68 |
| 16 | 68539.48 | 94125.45 | 137330.26 |
| 17 | 68560.66 | 94180.33 | 137367.88 |
| 18 | 68581.83 | 94235.23 | 137405.53 |
| 19 | 68603.00 | 94290.17 | 137443.21 |
| 20 | 68624.16 | 94345.13 | 137480.92 |
| 21 | 68645.32 | 94400.13 | 137518.67 |
| 22 | 68666.47 | 94455.16 | 137556.45 |
| 23 | 68687.61 | 94510.21 | 137594.26 |
| 24 | 68708.75 | 94565.30 | 137632.10 |
| 25 | 68729.88 | 94620.42 | 137669.98 |
| 26 | 68751.01 | 94675.56 | 137707.89 |
| 27 | 68772.13 | 94730.74 | 137745.83 |
| 28 | 68793.24 | 94785.95 | 137783.80 |
| 29 | 68814.35 | 94841.19 | 137821.81 |
| 30 | 68835.45 | 94896.46 | 137859.85 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 73135.37 | 107236.87 | 146627.92 |
| 59 | 73115.53 | 107174.35 | 146582.20 |
| 58 | 73095.68 | 107111.87 | 146536.52 |
| 57 | 73075.83 | 107049.43 | 146490.88 |
| 56 | 73055.97 | 106987.02 | 146445.29 |
| 55 | 73036.10 | 106924.66 | 146399.73 |
| 54 | 73016.23 | 106862.33 | 146354.22 |
| 53 | 72996.35 | 106800.04 | 146308.75 |
| 52 | 72976.46 | 106737.79 | 146263.31 |
| 51 | 72956.57 | 106675.58 | 146217.92 |
| 50 | 72936.67 | 106613.41 | 146172.57 |
| 49 | 72916.77 | 106551.28 | 146127.26 |
| 48 | 72896.86 | 106489.18 | 146081.98 |
| 47 | 72876.94 | 106427.13 | 146036.75 |
| 46 | 72857.02 | 106365.11 | 145991.56 |
| 45 | 72837.09 | 106303.13 | 145946.41 |
| 44 | 72817.16 | 106241.19 | 145901.30 |
| 43 | 72797.22 | 106179.29 | 145856.23 |
| 42 | 72777.27 | 106117.42 | 145811.20 |
| 41 | 72757.32 | 106055.60 | 145766.21 |
| 40 | 75737.36 | 105993.81 | 145721.27 |
| 39 | 72717.40 | 105932.06 | 145676,36 |
| 38 | 72697.43 | 105870.34 | 145631.49 |
| 37 | 72677.45 | 105808.67 | 145586.66 |
| 36 | 72657.47 | 105747.03 | 145541.87 |
| 35 | 72637.48 | 105685.44 | 145497.12 |
| 34 | 72617.48 | 105623.88 | 145452.41 |
| 33 | 72597.48 | 105562.35 | 145407.74 |
| 32 | 72577.47 | 105500.87 | 145363.12 |
| 31 | 72557.46 | 105439.42 | 145318.51 |
| 30 | 72537.44 | 105378.01 | 145273.97 |

46

| 43 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 68835.45 | 94896.46 | 137859.85 |
| 31 | 68856.55 | 94951.76 | 137897.92 |
| 32 | 68877.64 | 95007.09 | 137936.02 |
| 33 | 68898.73 | 95062.45 | 137974.16 |
| 34 | 68919.81 | 95117.84 | 138012.33 |
| 35 | 68040.89 | 95173.26 | 138050.53 |
| 36 | 68961.96 | 95228.71 | 138088.77 |
| 37 | 68983.02 | 95284.20 | 138127.04 |
| 38 | 69004.07 | 95339.71 | 138165.34 |
| 39 | 69025.12 | 95395.26 | 138203.67 |
| 40 | 69046.17 | 95450.83 | 138242.04 |
| 41 | 69067.21 | 95506.44 | 138280.44 |
| 42 | 69088.24 | 95562.08 | 138318.87 |
| 43 | 69109.27 | 95617.74 | 138357.34 |
| 44 | 69130.29 | 95673.44 | 138395.84 |
| 45 | 69151.31 | 95729.17 | 138434.37 |
| 46 | 69172.32 | 95784.94 | 138472.94 |
| 47 | 69193.32 | 95840.73 | 138511.54 |
| 48 | 69214.32 | 95896.55 | 138550.17 |
| 49 | 69235.31 | 95952.41 | 138588.83 |
| 50 | 69256.30 | 96008.29 | 138627.53 |
| 51 | 69277.28 | 96064.21 | 138666.26 |
| 52 | 69298.25 | 96120.16 | 138705.03 |
| 53 | 69319.22 | 96176.14 | 138743.83 |
| 54 | 69340.18 | 96232.15 | 138782.66 |
| 55 | 69361.14 | 96288.19 | 138821.53 |
| 56 | 69382.09 | 96344.27 | 138860.42 |
| 57 | 69403.04 | 96400.37 | 138899.36 |
| 58 | 69423.98 | 96456.51 | 138938.32 |
| 59 | 69444.91 | 96512.68 | 138977.32 |
| 60 | 69465.84 | 96568.88 | 139016.36 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 72537.44 | 105378.01 | 145273.97 |
| 29 | 72517.41 | 105316.64 | 145229.46 |
| 28 | 72497.38 | 105255.31 | 145184.98 |
| 27 | 72477.34 | 105194.01 | 145140.55 |
| 26 | 72457.29 | 105132.75 | 145096.16 |
| 25 | 72437.24 | 105071.53 | 145051.81 |
| 24 | 72417.18 | 105010.34 | 145007.49 |
| 23 | 72397.12 | 104949.20 | 144963.22 |
| 22 | 72377.05 | 104888.09 | 144918.98 |
| 21 | 72356.98 | 104827.02 | 144874.78 |
| 20 | 72336.90 | 104765.98 | 144830.63 |
| 19 | 72316.81 | 104704.98 | 144786.51 |
| 18 | 72296.71 | 104644.02 | 144742.43 |
| 17 | 72276.61 | 104583.10 | 144698.39 |
| 16 | 72256.51 | 104522.21 | 144654.39 |
| 15 | 72236.40 | 104461.36 | 144610.43 |
| 14 | 72216.28 | 104400.55 | 144566.51 |
| 13 | 72196.15 | 104339.77 | 144522.62 |
| 12 | 72176.02 | 104279.04 | 144478.78 |
| 11 | 72155.88 | 104218.33 | 144434.97 |
| 10 | 72135.74 | 104157.67 | 144391.20 |
| 9 | 72115.59 | 104097.04 | 144347.48 |
| 8 | 72095.44 | 104036.45 | 144303.79 |
| 7 | 72075.28 | 103975.89 | 144260.13 |
| 6 | 72055.11 | 103915.37 | 144216.52 |
| 5 | 72034.94 | 103854.89 | 144172.95 |
| 4 | 72014.76 | 103794.45 | 144129.41 |
| 3 | 71994.57 | 103734.04 | 144085.91 |
| 2 | 71974.38 | 103673.67 | 144042.46 |
| 1 | 71954.18 | 103613.33 | 143999.04 |
| 0 | 71933.98 | 103553.03 | 143955.65 |

46

| 44 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 0 | 69465.84 | 96568.88 | 139016.36 |
| 1 | 69486.76 | 96625.11 | 139055.43 |
| 2 | 69507.67 | 96681.37 | 139094.53 |
| 3 | 69528.58 | 96737.67 | 139133.66 |
| 4 | 69549.49 | 96794.00 | 139172.83 |
| 5 | 69570.39 | 96850.35 | 139212.03 |
| 6 | 69591.28 | 96906.74 | 139251.27 |
| 7 | 69612.17 | 96963.16 | 139290.54 |
| 8 | 69633.05 | 97019.62 | 139329.85 |
| 9 | 69653.92 | 97076.10 | 139369.18 |
| 10 | 69674.79 | 97132.62 | 139408.56 |
| 11 | 69695.65 | 97189.17 | 139447.96 |
| 12 | 69716.51 | 97245.75 | 139487.40 |
| 13 | 69737.36 | 97302.36 | 139526.88 |
| 14 | 69758.21 | 97359.01 | 139566.39 |
| 15 | 69779.05 | 97415.69 | 139605.93 |
| 16 | 69799.88 | 97472.40 | 139645.51 |
| 17 | 69820.71 | 97529.14 | 139685.12 |
| 18 | 69841.53 | 97585.91 | 139724.77 |
| 19 | 69862.34 | 97642.72 | 139764.45 |
| 20 | 69883.15 | 97699.56 | 139804.16 |
| 21 | 69903.96 | 97756.43 | 139843.91 |
| 22 | 69924.76 | 97813.33 | 139883.69 |
| 23 | 69945.55 | 97870.27 | 139923.51 |
| 24 | 69966.33 | 97927.24 | 139963.36 |
| 25 | 69987.11 | 97984.24 | 140003.25 |
| 26 | 70007.89 | 98041.27 | 140043.17 |
| 27 | 70028.66 | 98098.33 | 140083.13 |
| 28 | 70049.42 | 98155.43 | 140123.12 |
| 29 | 70070.18 | 98212.56 | 140163.15 |
| 30 | 70090.93 | 98269.73 | 140203.21 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 60 | 71933.98 | 103553.03 | 143955.65 |
| 59 | 71913.77 | 103492.77 | 143912.31 |
| 58 | 71893.55 | 103432.54 | 143869.00 |
| 57 | 71873.33 | 103372.35 | 143825.74 |
| 56 | 71853.10 | 103312.20 | 143782.51 |
| 55 | 71832.87 | 103252.08 | 143739.32 |
| 54 | 71812.63 | 103191.99 | 143696.16 |
| 53 | 71792.38 | 103131.95 | 143653.05 |
| 52 | 71772.13 | 103071.94 | 143609.97 |
| 51 | 71751.87 | 103011.96 | 143566.93 |
| 50 | 71731.61 | 102952.03 | 143523.93 |
| 49 | 71711.34 | 102892.12 | 143480.97 |
| 48 | 71691.06 | 102832.26 | 143438.05 |
| 47 | 71670.78 | 102772.43 | 143395.16 |
| 46 | 71650.49 | 102712.63 | 143352.31 |
| 45 | 71630.19 | 102652.87 | 143309.50 |
| 44 | 71609.89 | 102593.15 | 143266.72 |
| 43 | 71589.58 | 102533.46 | 143223.99 |
| 42 | 71569.27 | 102473.81 | 143181.29 |
| 41 | 71548.95 | 102414.19 | 143138.63 |
| 40 | 71528.63 | 102354.61 | 143096.00 |
| 39 | 71508.30 | 102295.06 | 143053.42 |
| 38 | 71487.96 | 102235.55 | 143010.87 |
| 37 | 71467.62 | 102176.08 | 142968.36 |
| 36 | 71447.27 | 102116.64 | 142925.88 |
| 35 | 71426.91 | 102057.23 | 142883.44 |
| 34 | 71406.55 | 101997.86 | 142841.04 |
| 33 | 71386.18 | 101938.53 | 142798.68 |
| 32 | 71365.81 | 101879.23 | 142756.36 |
| 31 | 71345.43 | 101819.97 | 142714.07 |
| 30 | 71325.05 | 101760.74 | 142671.82 |

| 44 | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 70090.93 | 98269.73 | 140203.21 |
| 31 | 70111.67 | 98326.9[illegible] | 140243.30 |
| 32 | 70132.41 | 98384.15 | 140283.43 |
| 33 | 70153.14 | 98441.41 | 140323.60 |
| 34 | 70173.87 | 98498.71 | 140363.80 |
| 35 | 70194.59 | 98556.03 | 140404.03 |
| 36 | 70215.30 | 98613.39 | 140444.30 |
| 37 | 70236.01 | 98670.79 | 140484.60 |
| 38 | 70256.71 | 98728.21 | 140524.94 |
| 39 | 70277.41 | 98785.67 | 140565.32 |
| 40 | 70298.10 | 98843.16 | 140605.73 |
| 41 | 70318.79 | 98900.69 | 140646.17 |
| 42 | 70339.47 | 98958.25 | 140686.65 |
| 43 | 70360.14 | 99015.84 | 140727.17 |
| [illegible] | 70380.81 | 99073.46 | 140767.72 |
| 45 | 70401.47 | 99131.12 | 140808.31 |
| 46 | 70422.13 | 99188.81 | 140848.93 |
| 47 | 70442.78 | 99246.54 | 140889.58 |
| 48 | 70463.42 | 99304.29 | 140930.28 |
| 49 | 70484.06 | 99362.08 | 140971.00 |
| 50 | 70504.69 | 99419.91 | 141011.77 |
| 51 | 70525.32 | 99477.77 | 141052.56 |
| 52 | 70545.94 | 99535.66 | 141093.40 |
| 53 | 70566.55 | 99593.58 | 141134.27 |
| 54 | 70587.16 | 99651.54 | 141175.17 |
| 55 | 70607.76 | 99709.53 | 141216.11 |
| 56 | 70628.35 | 99767.56 | 141257.0[illegible] |
| 57 | 70648.94 | 99825.62 | 141298.10 |
| 58 | 70669.53 | 99883.71 | 141339.15 |
| 59 | 70690.11 | 99941.84 | 141380.24 |
| 60 | 70710.68 | 100000.00 | 141421.36 |

| | Sinus | Tangens | Secans |
|---|---|---|---|
| 30 | 71325.05 | 101760.74 | 142671.82 |
| 29 | 71304.66 | 101701.55 | 142629.61 |
| 28 | 71284.26 | 101642.35 | 142587.43 |
| 27 | 71263.85 | 101583.26 | 142545.29 |
| 26 | 71243.44 | 101524.17 | 142503.19 |
| 25 | 71223.02 | 101465.12 | 142461.12 |
| 24 | 71202.60 | 101406.10 | 142419.09 |
| 23 | 71182.17 | 101347.12 | 142377.10 |
| 22 | 71161.74 | 101288.17 | 142335.14 |
| 21 | 71141.30 | 101229.25 | 142293.23 |
| 20 | 71120.86 | 101170.37 | 142251.34 |
| 19 | 71100.41 | 101111.53 | 142209.50 |
| 18 | 71079.95 | 101052.72 | 142167.69 |
| 17 | 71059.48 | 100993.94 | 142125.90 |
| 16 | 71039.01 | 100935.20 | 142084.18 |
| 15 | 71018.54 | 100876.49 | 142042.48 |
| 14 | 70998.06 | 100817.82 | 142000.82 |
| 13 | 70977.57 | 100759.18 | 141959.19 |
| 12 | 70957.07 | 100790.58 | 141917.61 |
| 11 | 70936.57 | 100642.01 | 141876.05 |
| 10 | 70916.07 | 100583.47 | 141834.54 |
| 9 | 70895.56 | 100524.97 | 141793.05 |
| 8 | 70875.04 | 100466.51 | 141751.61 |
| 7 | 70854.51 | 100408.07 | 141710.29 |
| 6 | 70833.98 | 100349.68 | 141668.83 |
| 5 | 70813.45 | 100291.31 | 141627.49 |
| 4 | 70792.91 | 100232.98 | 141586.19 |
| 3 | 70772.36 | 100174.69 | 141544.93 |
| 2 | 70751.80 | 100116.42 | 141503.70 |
| 1 | 70731.24 | 100058.19 | 141462.51 |
| 0 | 70710.68 | 100000.00 | 141421.36 |

45 | *II. Parte.* T

## Proposicion Primera.

*Siendo en un Triangulo Rectangulo conocidas la Diagonal ò Ypotenusa, y la basa, hallar la perpendicular, y los otros dos Angulos.*

SEa el Triangulo A B C. *de la Figura 1. Estampa 28.* donde la Diagonal *BC* tiene 5. pies, y la basa A B. 4. con que havrà en este Triangulo conocidas tres cosas: que son dos lineas, y un Angulo *recto*, (y sin menos, no se puede hallar lo demas, porque siempre en un Triangulo, se han de tener conocidas tres cosas, como las tres lineas, ò dos y un Angulo, ò bien una y dos Angulos: mas nunca con solo los tres Angulos, se podra operar, ) y queriendo conocer la tercera linea, y los otros dos Angulos, se harà assi.

Tomese el Radio que es 100000. (escusando los otros dos ceros, por obrar con mas brevedad) y Seno de 90. grados, y digase: como 5. de la Ypotenusa B C. se suben à su Seno 100000. de 90. grados, à quantos se subiràn 4. de la basa A B.? y hecha la regla de tres, vendràn 80000. que es el Seno del Angulo en C. y ra-

valor de la basa A B. al respecto de tener la Ypotenusa 100000. Busquese dicho numero en las Tablas de los Senos, y porque raras vezes se hallarà justo, se tomarà el mas proximo, teniendo quenta de buscar las columnas que contengan otros tantos guarismos, y al fin se hallarà, que el mas proximo numero que le corresponde es 80003. que tiene en frente en la primera coluna 8. y al pie de dicha coluna 53. grados;con que diremos que los 80000. corresponden à 53. grados, y 8. minutos, y tantos grados se dirà que tiene el Angulo en C.opuesto à la basa A B. que sumados con 90. grados del Angulo en A. suman 143. grados y 8. minutos. Y porque todo triangulo encierra en sus tres Angulos 180. grados, que son dos Angulos rectos, se restaràn de los 180. los 143. grados y 8. minutos, y la resta 36. grados y 52. minutos son los grados del Angulo en B.

Para conocer la linea A C. se dirà: como el Seno de 90. grados que es 100000. es à su linea opuesta B C. de 5. assi el Seno del Angulo en B. 36. grados y 52. minutos, que en las Tablas se hallarà de 59995. serà à la linea A C. y hecha la regla se hallarà que salen 2. pies 9. pulgadas y 9. lineas, y en conclusion no tiene nombre lo que falta para 3. que es lo que legitimamente tiene dicha linea buscada por Geometria; pero por los Senos no se halla tanta

justificacion, mas el error no es notable: à manera que se han hallado en el triangulo propuesto los dos Angulos, y un lado. Y para lo de adelante digo, que siempre como el Seno de un Angulo dà su linea opuesta, assi el Seno de otro Angulo darà su linea opuesta, y al contrario, como la linea dà el Seno del Angulo opuesto, assi otra darà su Seno, y estos Senos buscados en las Tablas, tienen en frente los grados y minutos que les corresponden à sus Angulos.

De lo dicho se infiere que Seno no es otra cosa, que la linea que està opuesta à un Angulo: y que como B C. tiene en los Senos el numero 100000. y aqui la suponemos de 5. assi la perpendicular A C. que en las Tablas le corresponde à 59995. se reduce à 3. respecto de los 5. y en la mesma proporcion teniendo la basa A B. en los Senos 80000. se baxa à 4.

## PROPOSICION II.

*Dadas en un Triangulo Rectangulo, conocidas la Diagonal y Perpendicular, conocer la basa y los otros dos Angulos.*

SEa en la *2. Fig. de dicha Estampa* el Triangulo A B C. donde la Diagonal tiene 5. y la

la perpendicular AC. 3. y ſe quiere ſaber el valor de la baſa AB. y los dos Angulos incognitos B. y O. Pues ya aquì tenemos tres coſas conocidas, y por ellas ſe ſabrà lo demas: y demos que ſe quiere buſcar el Angulo B. pues digaſe como antes: como 5. de la ypotenuſa, dan ſu Seno, que es el Radio 100000. aſſi 3. de la perpendicular daràn 60000. por el Seno del Angulo B. buſqueſe eſte numero en las Tablas de los Senos, donde el que mas ſe le aproxima es 59995. el qual correſponde à 36. grados y 52. minutos, por los grados del Angulo en B. como ſe hallò en la figura antecedente.

Para ſaber el Angulo C. ſe ſumaràn los grados del Angulo B. con los 90. del Angulo A. y la ſuma 126. grados y 52. minutos, ſe reſtara como ſe ha advertido de 180. grados; y la reſtà 53. grados y. 8. minutos, ſon los grados que pertenecen al Angulo C.

Para deſcubrir el valor de la baſa A B. diremos: como el Radio, ò Seno del Angulo A. es à 5. de la Diogonal B C. aſſi el Seno del Angulo C. 53. grados y 8. minutos que es 80003. ſerà à la baſa A B. que concluida la regla vendràn 3. y nueve dezimos ò pulgadas, nueve lineas, &c. que es lo meſmo que dezir 4. pies, verdadero valor de la baſa A B.

## Proposicion III.

*Dadas en un Triangulo Rectangulo, conocidas la basa y Perpendicular, descubrir la Diagonal, y los dos Angulos agudos.*

SEan en el Triangulo A B C. *de la Fig.* 3. conocidas la perpendicular C A. de tres pies, y la basa A B. de 4. las quales comprenden el Angulo conocido que es recto, con que son tres cosas: y assi diremos, como la basa 4. es à la perpendicular 3. à quantos el Radio 100000. Y hecha la regla de tres, vendrà por quarto numero 75000. que se ha de buscar en las Tablas, en la coluna de las Tangentes, donde el numero mas proximo es 74991. que corresponden à 36. grados y 52. minutos por los grados del Angulo en B. y sale este Angulo, por haverse tomado por primer termino de la regla de tres, la basa A B. porque tomando la perpendicular A C. los grados de la Tangente, fueran para el valor del Angulo en C.

Hagase para conocer el Angulo C. lo que se ha advertido en la antecedente, que es sumar los grados del Angulo B. con los del Angulo A. y la suma restada de 180. grados, restaràn 53. grados y 8. minutos, por los grados del Angulo en C.

La

La Diagonal se descubrirà diziendo : como el Seno del Angulo C. 53. grados y 8. minutos que es 80003. dà su linea opuesta A B. de 4. pies, assi el Radio 100000. darà su linea opuesta de 4 $\frac{9}{10}$ ò pulgadas, 9. lineas &c. que es lo mesmo que dizir que la Diagonal tiene 5.

Nota que como por el Seno del Angulo en C. y su linea opuesta A B. se descubriò la Diagonal, se descubrierà tambien, valiendose del Seno del Angulo en B. y de su linea opuesta 3. que de qualquier genero saldria lo mesmo. De modo, que si el curioso ha llegado hasta aqui, haviendo conprehendido lo que se ha dicho del uso de las Tablas, y calculacion del triangulo rectangulo; ( que aunque puesto en tres figuras, es siempre el mesmo ) no se le harà dificil comprehender lo que se dixere de aqui adelante, ya sean las lineas de mas ò menos valor.

## PROPOSICION IV.

*Siendo conocidos en un Triangulo Escaleno sus tres lados, hallar el valor de los Angulos.*

SEa el triangulo A B C. *Fig.* 4. donde la basa B C. tiene 14. pies, el lado A C. 15. y A B. 13. baxese del Angulo en A. la perpendicular

A D. y por la regla que para ello se diò en la Planimetria, se hallarà tener 12. con que el triangulo propuesto, estarà dividido en dos triangulos rectangulos, cuyas basas D C. y D B. se tendràn por dicha Planimetria de 9. y 5. viniendo assi à ser conocidos los tres lados de qualquiera de los triangulos rectangulos: y para hallar los Angulos, se obrarà como se ha enseñado, diziendo assi.

Como la Diagonal A C. es al Radio, assi la perpendicular A D. serà al Seno del Angulo C. que serà el quarto numero, el qual buscado en las colunas de los Senos, se hallarà que su mas proximo corresponde à 53. grados y 8. minutos, que sumados con los 90. grados del Angulo A D C. y la suma restada de 180. restan 36. grados y 52. minutos, valor del Angulo D A C. de forma que los dos Angulos agudos de un Triangulo Rectangulo, siempre hazen 90. grados.

Por el mesmo orden se descubriràn los grados de los Angulos D B A. y B A D. ò por el siguiente: siendo notorio el Angulo C. se dirà: como 13. de su linea opuesta A B. dan el Seno de 53. gr. y 8. m. assi 15. del lado A C. daràn el Seno del Angulo B. que serà el quarto termino, y su mas proximo en las colunas de los Senos, corresponde à 67. g. y 23. m. valor del Angulo B. que sumados con los grados del Angulo C.

y restada la suma de 180. restan 59 g. y 29. m. por los grados de todo el Angulo B A C.

Puedense saber los tres Angulos del Triangulo propuesto, sin necessidad de perpendicular: y sea en el dicho Triangulo, el Angulo A. el que se quiere descubrir primero; quadrense los dos lados que le forman, como 13. y 15. y de la suma de sus quadrados 394. se tomarà la diferencia al quadrado del lado B C. opuesto al Angulo que se busca, y seràn 198. assi mesmo se multiplicaràn los 13. de A B. por los 15. de A C. y serà el producto 195. cuyo duplo es 390. y aora se dirà: si 390. de este producto dan 198. de la diferencia de los quadrados, què darà el Radio? y el numero que viniere, se buscarà en las colunas de los Senos, y el mas proximo serà el que corresponde à 30. g. y 31. m. los quales se han de restar de 90. grados, y la resta 59. g. y 29. m. es el valor del Angulo en A. y lo mesmo que saliò arriba.

Nota que si el Angulo que se busca, fuesse obtuso, que como los 30. grados y 31. minutos se restaron de 90. que en tal caso se havian de sumar, y la suma serà el Angulo: el qual hallado, se conoceràn los demas por los avisos dados.

Por-

## PROPOSICION V.

*Siendo en un Triangulo obtusangulo conocidos el Angulo obtuso, y uno de los agudos, y el lado que mira al Angulo obtuso, conocer el tercer Angulo, y los otros dos lados.*

SEa el Triangulo B C D. *de la Fig. 5.* que el Angulo en D. sea obtuso de 98. grados y 48. minutos, y el Angulo en B. de 53. g. y 8. m. y tenga la linea B C. opuesta al Angulo obtuso 21. pies; aora segun lo declarado, parece que se havia de decir, que como el Seno del Angulo en D. es à su linea opuesta, assi el Seno del Angulo en B. seria à la suya: mas porque en las Tablas no se halla Seno que passe de 90. grados, se toma en este caso el Seno del cumplimiento del Angulo obtuso à 180. grados; esto supuesto digo, que restando de 180. g. los 98. g. y 48. m. del Angulo obtuso, restan 81. g. y 12. m. y buscando el Seno de estos grados, se dirà: como el Seno de 81. g. y 12. m. dan 21. pies de la linea B C. opuesta al Angulo obtuso, que darà el Seno del Angulo B. que es de 53. g. y 8. m. y siguiendo la regla daràn 17. pies, con casi ninguna diferencia, para CD. Para descubrir el lado B D. se conocerà pri-

primero el Angulo en C. que restando la suma de los otros dos de 180. grados, la resta 28. g. y 4. m. serà el valor del dicho Angulo, y conocido se dirà, siguiendo los avisos pasados, como el Seno del Angulo en B. es à su linea opuesta 17. assi el Seno del Angulo en C. serà à 10. pies, (con poquissima diferencia) de su lado opuesto. Lo mesmo fuera dezir: como el Seno del cumplimiento del Angulo en D. es à 21. de su linea opuesta, assi el Seno del Angulo en C. sera à su dicho lado opuesto B D.

## PROPOSICION VI.

*Conocidos en un Triangulo, dos de sus lados y el Angulo que de ellos se forma, conocer el tercer lado y los otros dos Angulos.*

DEmos que en el Triangulo referido *de la Figur. 5.* nos son conocidos el lado C D. de 17. pies, y B D. de 10. y el Angulo en D. formado destos dos lados de 98. grados, y 48. minutos, y queriendo saber el tercer lado, y los otros dos Angulos, se obrarà en el modo siguiente. Restense los 98. g. y 48. m. de 180. g. y de la resta 81. g. y 12. m. se tomarà la mitad que es 40. g. y 36. m. y buscando la Tangente de 40. g. 36. m. haviendo sumado los dos lados, y assi mes-

mesmo restado uno de otro, se dirà: como la suma de los dos lados 27. es à su diferencia 7. à quanto 85710. Tangente de 40. g. y 36. m. y concluyda la regla, vendràn por quarto termino 22221. numero que buscado en las Tangentes, corresponde à 12. g. y 32. m. que si se suman, con los 40. g. y 36. min. dichos arriba, la suma 53. g. y 8. m. es èl valor del Angulo B. opuesto al mayor lado de los dos conocidos. Sumese este Angulo con el Angulo en D. y la suma restada de 180. grados darà el Angulo en C, de 28. g. y 4. m. y lo mesmo se hallarà restando de los 40. g. y 36. m. los 12. y 32. que antes se sumaron, porque como la suma dà el mayor Angulo, assi la resta dà el menor. El tercer lado B C. se hallarà por los avisos passados. Lo que se ha declarado hasta aqui, es lo necessario para conocidas tres cosas en un Triangulo; (como no sean los tres Angulos) conocer las demas partes, y con este seguro, passarèmos à poner esto en practica, dando principio en medir alturas; si bien sera bueno explicar primero el uso del instrumento con que lo intento hazer.

PRO-

## PROPOSICION VII.

### *Del Vso del Instrumento.*

LOs Instrumentos Geometricos son infinitos, y assi un razonable Geometra, formarà por si mesmo los que quisiere: y como el circulo graduado, sea Instrumento universal, para todas las operaciones que en mar y tierra se quisieren executar, nos valdremos del, porque ademas de lo dicho tiene el, ser muy portatil y comprehensible.

Sea el Instrumento, el *de la Estampa 29.* que es un circulo de medio hasta un pie de diametro, y gruesso del canto de un real de à ocho, hecho de bronce, ò de otro metal, y en necessidad de madera, graduado ò dividido en 360. grados; que desde el diametro y linea orizontal AB. se empieçan à contar desde 1. hasta 90. por uno y otro lado, terminandose en C. y de este punto, tambien se buelve abaxar, contando por uno, y otro lado desde 1. hasta 90. acavando con este numero en el diametro A B. y esto mesmo sucede por la parte inferior; y poner aqui estos numeros duplicados, no es porque sea essencial, porque con contar desde el diametro por uno, y otro lado, de la parte superior y inferior desde 1. à 90. era su-

suficiente, mas hagolo, paraque se cuente por todas partes quando fuere necessario: Tambien se hallan en estas divisiones medios grados, porque los exteriores, cortan los interiores por mitad, y al contrario los interiores à los exteriores.

*En la* parte contraria del *instrumento* correspondiente al centro E. se coloca el pie F. (que se harà de la mesma materia) uniendole al instrumento, con unos tornillos como G. que entren por los agujeros de las chapas H. y hagan presa en el instrumento; el qual despues se puede bolver à una y otra parte, en el modo que se quisiere, porque el pie F. es movible al rededor de la bola I. Tambien en el centro E. se coloca una regla, que por una, y otra parte, alcance à marcar los grados, fixando azia sus dos extremos, dos pinulas, ò viseras, por donde se haze la punteria: como K. con tal arte que sus aberturas correspondan diametralmente à la linea que passa por el centro, y destas pinulas, se pone una al extremo de cada diametro, como L. que por todas son seis.

Esto entendido digo, que puesto el pie en un baston de 5. pies de alto (mas ò menos) con su recaton para clavarlo; y siendo la intencion medir longitudes en un plano, haviendo fixado el baston perpendicularmente en tierra, lo que se consigue pendiendo de el una plomada,

se

se pondrà el instrumento orizontalmente, quiero dezir, que el centro E. mire derechamente al cielo. Y estando assi se toma la mira por las pinulas del diametro A B. al objeto que se quiere, y despues se mueve la regla hasta que por sus dos pinulas se descubra otro objeto, y haviendole tomado, se cuentan desde la pinula del diametro, contraria al que haze la operacion, quantos grados ay de alli à donde cortò la regla; como si el operante estubiese de la parte de A. que contarà los grados que ay de B. à M. que son 40. y tambien se puede contar desde A. à N. que todo es uno.

Si fuere para medir alturas, se buelve el instrumento de modo que el diametro C D. cayga paralelo con el baston, que en tal caso el punto C. mirarà derechamente al cielo, y el punto D. al suelo, y para tomar los objectos se haze lo mesmo que se ha dicho; mas si es para medir profundidades, se tendrà advertentencia de mirar por las pinulas de la regla azia la parte de abaxo, hasta tomar los objectos, y desta manera se mediràn todas suertes de distancias en la forma siguiente.

## PROPOSICION VIII.

### *Medir una altura, siendo accesible la basa Orizontal.*

SEa la altura que se quiere medir la de la torre A B. *Figur. 6. Estampa 28.* donde la basa orizontal A C. es visible y accesible; que se puede medir; Elijase qualquiera parte de la campaña, y sea el punto C. donde puesto el *baston*, con el instrumento en la forma que se dixo para medir alturas, que el Diametro orizontal quede paralelo à la basa orizontal A C. que en tal caso yria à cortar la torre en el punto D. formando allì angulo recto, y guiando la regla al termino B. y notando en quantos gr. cortò sobre el Diametro orizontal; supondremos que fue en 30. y que la basa A C. se hallò de 100. pies despues de medida; con que en el Triangulo Rectangulo B D E. se tienen conocidas tres cosas: como el Angulo en D. el Angulo en E. y la basa del Triangulo E D. que es igual à la basa A C. de modo que el Angulo en B. serà conocido de 60. grados, con que diremos: como el Seno de 60. grados, es à su lado opuesto 100. assi el Seno del Angulo E. supuesto de 30. grados serà à su lado opuesto, que es la altura de D B. y hecha la regla como se ha enseñado en los Senos, se ha-

hallarà que vienen 57 $\frac{7}{10}$ por los pies que ay desde D. à B. à quien añadidos los 5. pies del baston (ò lo que este tuviere) hazen 62 $\frac{7}{10}$ ò 7. pulgadas con muy poca diferencia, por la verdadera altura de la torre A B.

## PROPOSICION IX.

### Medir otra altura.

SI fuesse otra torre como la de la Fig. 7. donde la basa B C. se ay tomado de 30. pies, y donde se termina: como en B. plantado el instrumento (que escusare de poner, pues basta una vez para que se execute en todas ocasiones) y guiado la Regla al estremo de la torre A. y notados los grados en que cortò, y sea en 53. grados y 8. minutos, se tendràn conocidas tres cosas: como el Angulo recto en C. y el agudo en B. y la basa B C. Siguese que tambien el Angulo en A. serà conocido de 36. g. 52. m. Y assi se dirà como el Seno de 36. g. y 52. m. es à su linea opuesta de 30. pies, assi el Seno de 53. g. 8. m. serà à la altura de la torre, que se hallarà de 40. pies. Y si se huviera puesto el instrumento sobre su baston, se añadiora su altura.

De otra manera se puede saber una altura, sin necessidad de instrumento, siendo possible medir la basa orizontal: como si fuesse la dicha B.C.

que puesto un ojo en el termino B. y mirando al estremo de la torre A. se tomarà qualquiera cosa derecha, como un palo ò lo que se quisiere, y marchando con el, sobre la linea B C. hasta tanto que por su estremo passe la visual B A. se harà assi. Demos que se tomò un baston como D E. y que teniendo este ocho pies, se ajustò en la visual en su estremo E. Midase la basa B D. y hallada en suposicion de seis pies, se dirà: si 6. de la basa B D. dan 8. de la altura D E. 30. de la basa B C. que altura daràn? y se hallarà que dan 40. lo mesmo que diximos arriba.

Conseguirase lo mesmo, si al Sol, ò à la Luna se valiere el curioso de la sombra: como si la sombra de la torre fuesse C B. de 30. pies, y la de otra qualquiera altura conocida, y sea la del baston D E. cuya sombra sea D B. de 6. pies (que se ha de medir al mesmo tiempo que la de la torre) se dirà si los 6. pies de sombra B D. vienen de 8. de la altura D. E. los 30. pies de sombra B. C. de que altura vendràn? y saldràn 40.

Tambien sin reglas de tres, y en todos tiempos, siendo accessible la basa orizontal, se sabrà una altura, marchando sobre dicha basa con el instrumento en la mano puesto en su baston, hasta que se halle que la Regla corta en 45. g. que en tal caso, serà la altura igual à la basa orizontal, que se huviere caminado, si se le añadiere la altura del baston.

Pro-

## PROPOSICION X.

### *Medir otra altura, cuya basa sea inaccessible.*

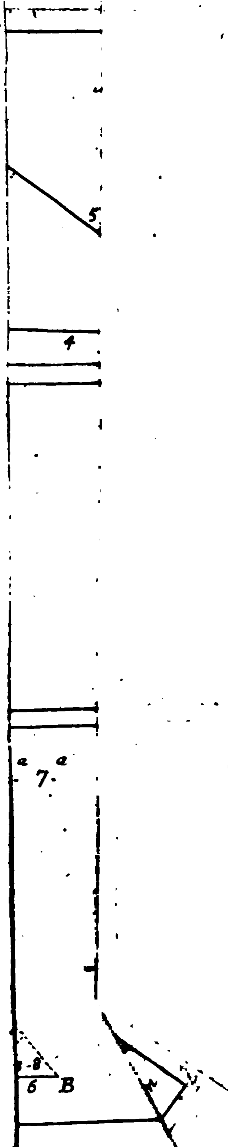
QUando no se puede medir la basa, se obra por dos estaciones, ó de dos lugares: Exemplo para medir la altura de la torre C D. *de la Figur. 8.* la qual supongo dentro de un Bosque donde no se puede veer el pie. Pues tomese en qualquier parte de la campaña, un lugar del qual se descubra la torre. y sea A. donde se plantarà el instrumento y se encaminarà la regla al termino C. para conocer el Angulo en A. que supongo tenga 45. gr. Y hecho, se retirarà el que opera con su instrmmento en linea recta, una distancia à discrecion, y sea de 30. pies, y el termino donde se cumplieron B. donde puesto el instrumenco y conocido el angulo que se forma en B. que sea en suposicion de 35. grados, se tendràn conocidas tres cosas en el triangulo B A C. porque restando los 45. del angulo C A D. de 180. restan 135. por los grados del Angulo C A B. que sumados con los del Angulo en B. y restada la suma de 180. la resta 10. seran los grados del Angulo A C B. y diziendo: como el seno de los 10 grados dan 30 de la basa A B. que darà el seno del Angu-

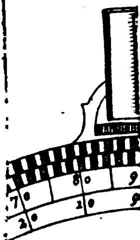
lo en B. y darà 99. por el valor de la linea A C. de manera que aora tendremos en el triangulo rectangulo A D C. conocidas tres cosas; que son el Angulo recto en D. y el agudo en A. de 45 gr. y assi el angulo A C D. serà de 45. gr. Pues digase, como el radio es à los 99. de la linea A C. à quantos serà el Seno del angulo en A. y serà à 70. por los pies de la altura DC. la qual se supone que està en el mesmo Plano orizontal que la basa A B. La distancia de la basa A D. se sabrà tambien si se quisiere, *por* su Regla.

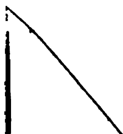
## PROPOSICION XI.

### *Medir la altura de una Eminencia ò Montaña.*

EN el caso presente sucede lo que en el passado, que es haver de medir por dos estaciones, respecto no poder medirse la orizontal. Exmplo para medir la montaña A B. *de la Fig. 1. Estampa 30.* de la qual se quiere saber su altura hallandose el medidor en C. Plantese en este termino el instrumento, para que tirando la visual A C. se conosca el angulo A C B. que supondremos se hallò de 30. grados, y retirandose en linea recta una distancia tomada à discrecion, que la tomaremos aqui de 30. pies que serà de C. à D. termino donde plantado el instru-


5
4
a
7
a
8
6
B





tado todo lo declarado arriba, que estando en el termino D. levantar la Regla para tirar la visual D E. que terminarà el Angulo E D B. que supondremos de 39. g. y assi el Angulo

V 3 E D A.

ſtrumento, ſe procurarà conocer el àngulo A D C. que le daremos de 23. grados. Hagaſe aora como en la antecedente, reſtando el angulo A C B. de 180. grados, y la reſta que es 150. serà el angulo A C D. y el complimiento à 180. grados de eſte, y el angulo D. que es 23. serà 7. por el valor del angulo D A C. por cuya noticia, y la de la baſa C D. conocida de 30. pies, ſe alcançarà à conocer la C A. de $96\frac{1}{6}$ ſiguiendo para ello el orden que ſe ha enſeñado. Y lo meſmo para conocer la altura A B. que ſe imagina caer perpendicular por entre la montaña de el punto A. al punto B. y aſſi, como el radio es à C A. aſſi el Seno de 30. grados del Angulo en C. serà à la altura B A. que al cavo ſe hallarà de 48. pies.

## PROPOSICION XII.

*Medir una altura, eſtando ſobre otra.*

SI la queſtion fuere medir una altura, èſtando ſobre otra, como la de la torre A E. colocada ſobre la montaña A B *dicha Figura* no habra que hazer otra coſa deſpues de executado todo lo declarado arriba, que eſtando en el termino D. levantar la Regla para tirar la viſual D E. que terminarà el Angulo E D B. que ſupondremos de 39. g. y aſſi el Angulo

E D A. serà de 16. g. de suerte, que en el Triangulo E A D. se tienen conocidos dos Angulos; porque restando todo el Angulo D A B. (que se podrà conoçer por tantas Reglas: como hemos dado) 67. de 180. g. la resta 113. serà el valor del angulo E A D. Y restado este y el angulo E D A. de 180. la resta 51. serà el valor del angulo D E A. La linea D A. por tantas cosas conocidas, como aqui se han dado, se vendrà à hallar de 121 $\frac{6}{7}$ diziendo luego: como el Seno del angulo en E. es à la linea D A. assi el Seno del angulo E D A. serà à la altura de la torre de 43 $\frac{3}{5}$.

Lo mesmo saliera si haviendo conocido toda la orizontal D B. se dixese: como el Seno del angulo D E B. es à la orizontal D B. assi el Seno del angulo E D B. serà à toda la altura B E. y al fin de todas operaciones, se hallarà de 91 $\frac{3}{5}$ de quien restados los 48. de la altura de la montaña A B. restaràn 43 $\frac{3}{5}$ por la altura de la torre, con poca diferencia en el quebrado.

Nota que juzgando ya por superfluas muchas operaciones, las dexo de hazer, respecto que haviendose dicho tantas vezes, qualquiera las harà por si, nombrandole las lineas, y los angulos.

PRO-

## PROPOSICION XIII.

### *Medir Profundidades.*

SI estando sobre la torre A B. *de la 2. Fig. Estampa 30.* y teniendo conocida alguna distancia abaxo : como B C. de 50. pies, se quisiere saber la altura de la torre, se harà diligencia de conocer con el instrumento el angulo C A B. que le supondremos de 40. gr. y assi el angulo A C B. serà de 50. y diziendo; como el Seno del angulo en A. es à 50. pies de la basa B C. assi el Seno del angulo A C B. serà à la altura de la torre 59. pies y ⅔ Y si teniendo conocida esta, se quisiere saber una distancia: como la dicha B C. conocidos los angulos en la forma referida, se descubriera su valor.

## PROPOSICION XIV.

### *Medir una Altura, estando el medidor sobre otra.*

SI la intencion fuere medir la altura de la torre C D. *en dicha Fig.* estando el que opera sobre la torre B A. teniendo conocida su altura, ò la de la basa B C. se harà despues di-

diligencia de conocer la visual A C. que se hallarà de 77 $\frac{5}{8}$ respecto las medidas dichas, y tirando la visual A D. se notaràn los grados del angulo C A D. y sean 30. Pues el angulo A C B. se ha dicho tener 50. luego el angulo D C A. serà de 40. cumplimiento del angulo recto D C B, que sumados con los 30. y restando la suma de 180. la resta 110. serà el valor del angulo A D C. Y diziendo: como el Seno de 70. gr. (cumplimiento del angulo A D C. à 180) es à 77 $\frac{5}{6}$ de la visual A C. assi el Seno de 30. gr. del angulo D A C. serà à 41 $\frac{2}{5}$ valor de la altura D C.

## PROPOSICION XV.

### *Medir la Profundidad de un Pozo.*

SEa el Pozo el *de la Fig. 3.* donde su diametro A B. sea de 8. pies, y puesto el instrumento en el punto A. y encaminada la regla à lo mas profundo que se descubriere: como à C. se notaràn los gr. del angulo C A B. Y suponiendo que dicho angulo fue de 80. gr. serà el angulo A C B. de 10. esto conocido digase, como el Seno de 10. gr. es à 8. del diametro A B. à quantos serà el Seno de 80. gr. y serà à 46 $\frac{2}{3}$ por el profundor B C.

PRO-

# PROPOSICION XVI.

## *Medir la altura de una Montaña, estando sobre ella.*

SI hallandose uno sobre alguna Eminencia, como AB. *de la Fig. 4.* con su instrumento y baston, sin conocer otra cosa, y se quisiere saber la altura A B. se harà assi.

Pongase el instrumento en el baston, y este perpendicular sobre la Montaña, y demos que el baston tiene 5. pies, y puesto assi se guiarà la regla à qualquier blanco del orizonte, y sea al punto D. y haviendo notado el angulo B C D. de 57. gr. se baxarà el instrumento al pie del baston B. de donde se encaminarà la regla al mesmo punto D. para conocer el angulo C B D. de 120. gr. que sumados con el angulo en C. y restada la summa de 180. la resta 3. gr. serà el valor del angulo B D C. Y diziendo, como el Seno de 3. gr. es à los 5. pies del baston B C. assi el Seno de 57. del angulo en C. serà à 80 $\frac{1}{13}$ de la linea B D.

Conocida la linea B D. se restarà el angulo D B C. de 180. y la resta 60. seràn los gr. del angulo D B A. Y imaginando recto el angulo B A D. sera el angulo B D A. de 30. gr. de manera que diziendo, como el radio es

al

al valor de B D. assi el Seno de 30. gr. serà à 40. y tantos son los pies de la altura de la montaña A B. desde la qual pudiera dar reglas para medir otra, pero esto fuera un proceder infinito, y assi lo dexo para la especulacion de los curiosos.

## PROPOSICION XVII.

### *Medir longitudes en plano.*

PAra medir longitudes, ya dixe en el uso del instrumento, como se havia de poner este, sobre su baston, y assi si se pretendiere saber la longitud A B. *de la Figura 5.* estando el medidor en A. se plantarà aqui el baston, y encaminando al punto B. el un diametro, se tomarà por las pinulas del otro, algun blanco como al punto C. y midiendo la distancia A C. la supondremos de 30. pies. Levantese aora el baston, y llevese al punto C. y bolviendo de allì à tomar con el un diametro, el blanco A. se guiarà despues la regla, al termino B. para formar el angulo A C B. de 57. gr. que siendo el angulo C A B. recto (lo que no es precisso) serà el angulo A B C. de 33. gr. y con esta noticia diremos: como el Seno de 33. gr. es à su linea opuesta 30. pies, assi el Seno del angulo en C. de 57. gr. serà à 46½ por la lon-

longitud A B. y tambien se podrà conocer la longitud C B. si se quisiere saber.

## PROPOSICION XVIII.

### *Medir la Anchura de un Rio.*

SIendo propuesta medir la anchura del Rio B C. *Figur.* 6. se tomarà en su orilla qualquiera linea, y por blanco el punto C. y marchando con el instrumento sobre la linea, hasta tanto que el angulo B D C. sea de 60. gr. y el angulo B E C. de otros 60. para tener formado el triangulo Equilatero C E D. que en tal caso la perpendicular C B. serà la anchura del Rio. Pues midase aora la parte E B. y tenga 25. pies, y porque el angulo en E. es de 60. gr. serà el angulo E C B. de 30. Y como el Seno de estos gr. es à 25. pies de E B. assi el Seno de 60. gr. del angulo en E. serà à 43 $\frac{3}{10}$ por los pies de la perpendicular B C. y anchura del Rio.

## PROPOSICION XIX.

### *Medir la latidud, ò distancia que ay de un lugar, à otro.*

SEa la distancia que se quiere medir la que ay de A à B. *Fig.* 7. hallandose el medidor

dor en C. donde puesto el instrumento, se procurarà conocer el angulo A C B. y sea de 73. gr. assi mesmo tomando una distancia à la derecha ò à la izquierda, y sea azia esta, como desde C à D. que la daremos 30. pies, se conocerà antes de levantar el instrumento, el angulo D C A. que aqui tiene 34. gr. Passese aora el instrumento al termino D. y bolviendo à tomar la visual D C. se encaminarà la regla al termino B. para conocer el angulo B D C. de 45. gr. y tambien tirando la visual D A. se conocerà el angulo B D A. de 84. gr. y assi todo el angulo A D C. serà de 129. gr. En el triangulo D B C. estan conocidos el angulo total B C D. de 107. gr. y el angulo C D B. de 45. gr. y la basa C D. de 30. pies, de modo que el angulo D B C. serà de 28. gr. y diziendo, como el Seno de 28. gr. es à su linea opuesta 30. pies, assi el Seno de 45. gr. serà à 45. pies y $\frac{1}{6}$ valor de su lado opuesto C B.

En el triangulo D A C. estan conocidos los angulos A D C. de 129. gr. y A C D. de 34. de suerte que el angulo C A D. tendrà 17. y assi diremos, como el Seno de 17. gr. es à su lado opuesto D C. de 30. pies; assi el Seno de 51. gr. cumplimiento del angulo A D C. à 180. serà à 79. pies y $\frac{7}{10}$ de su lado opuesto C A.

Ya se tienen, en el triangulo A B C. cono-

no-

nócidas tres cosas: cómo las lineas A C. B C. y el angulo A C B. formado de dichas lineas, con que siguiendo la regla, que se diò al principio, para cónocer con dos lineas conocidas, y el angulo comprehendido las demas partes de un triangulo, se llegarà à descubrir el valor de la distancia A B. de 79. pies y $\frac{2}{20}$ avos y he escusado proseguir la regla, porque en el lugar citado hallarà el curioso el modo de executàrla.

## PROPOSICION XX.

### *Medir otra latidud.*

Puede suceder haver de medir una distancia, estando el medidor en parte que no pueda tomar basa à la derecha, ni à la izquierda: como sucede queriendo medir la distancia C D. *de la Fig. 8.* hallandòse el medidor en A. y en semejante acaecimiento puesto el baston en A. se procurarà conocer el angulo C A D. que le supondremos de 110. gr. y sin levantar el instrumento, se tirarà en linea recta la A B. y tenga esta 26. pies, lo que executado, se conocerà el angulo D A B. de 132. gr. y el angulo C A B. de 118. Passese despues el instrumento al termino B. y coxiendo la visual A B. se harà diligencia de conócer el angulo A B D. de

de 38. gr. y el angulo A B C. que le supongo de 53. y se tendràn los triangulos D A B. C A B. que cada uno tiene tres cosas conocidas: como dos angulos, y una linea comun; con que por los avisos antecedentes, se descubrirà el valor de la linea D A. de 92. pies y $\frac{3}{7}$. y la C A. de 132 $\frac{5}{7}$. y ya diximos que el angulo D A C. formado de dichas lineas, era de 110. gr. con cuya noticia siguiendo la regla antecedente de conocer por dos lineas y el angulo comprehendido, lo demas de un triangulo, se llegarà en conocimiento de la distancia C D. que es de 186. pies.

Muchas mas reglas pudiera poner aqui de esta materia, pero las notadas son suficientes para que el curioso execute las que quisiere.

CAPITULO XXI.

*Levantar el plano del recinto de una Villa.*

NO fuera cumplido este volumen, si no tubiesse estas reglas, que se deven observar para levantar una planta, cosa que tanto necessita saber el Architecto Militar. Y aunque los modos son infinitos, yo siempre me valgo del instrumento con que he usado hasta aqui, con el qual se harà lo siguiente.

Sea

Sea el recinto que se quiere levantar el *de la Fig. 1. Estampa 31.* el qual consta de 7. lados: para esto se encaminarà el curioso à la muralla con su instrumento. Y empezando por exemplo en el angulo A. le plantarà alli, y en los terminos B. G. pondrà algunos palos derechos, con unos papeles que sirvan de mira, para tomar el angulo G A B. y suponiendo que se hallò de 122. grados, se levantarà de allì el instrumento, y se llevarà al punto G. ò B. y sea à este, y medida la linea A B. que aquì la haremos de 650. pies, se yràn poniendo por memoria, en un papel, los gr. de cada angulo y pies de cada linea que sigue, por el alphabeto. Y estando con el instrumento en el termino B. se harà para conocer este angulo la diligencia que antes, y sea hallado de 139. gr. y 45. m. y la linea B C. de 700. pies. Prosiguasse en esta orden, tomando el angulo en C. y tenga 129. gr. y 45. mi. y la linea C D. 630. pies. Passese al angulo en D. y conocido su valor que le damos tener 105. gr. y la linea D E. 580. pies, se notarà en la memoria, que se va haziendo, como dicho angulo en D. es entrante. Y en fin se tomarà el angulo en E. que le doy tenga 72. gr. y 30. m. la linea E F. 800. pies; el angulo F. 131. gr. la linea F G. 510. pies; el angulo en G. 115. gr. y la linea G A. de 1000. pies.

Si huviere Balvartes, despues de levantados

assi

assi los Poligones, se harà lo mesmo para los Balvartes, midiendo sus lineas y angulos. Y retirandose el curioso à su estancia, con sus angulos, y lineas notadas en buen orden, y hecha si es possible la imagen del recinto en un borron, que sirva solo de representacion, empezarà con una escala à su discrecion, à formar la figura, dandole à cada angulo, y linea su valor. Y demos que empezò por el angulo A. *de la 2. Fig.* valiendose de la escala Q. que tiene 1000. pies, y formado con el semicirculo el angulo G A B. de 122. gr. que se tomaron por noticia, como para la linea A B. 650. pies, proseguirà assi hasta tener cerrada su Plaça, como se representa en la dicha *Fig.* 2. Y si al tiempo de cerrarla sobrare, ò faltare algo de *las* lineas, ò del ultimo angulo, se bolverà à hazer, procurando cerrarla, como no sea la falta cosa de grande importancia, pues un grado, ni dos, ni 100, ò 200. pies, no quitaràn suplir para cerrar la figura: mas si fuesse cosa considerable, en tal caso indica que el plano no fue bien levantado, y serà menester bolver à comenzar la obra.

Hase de advertir si la planta se tomò por afuera, para añadirle el gruesso de la muralla por la parte interior, y si fue por esta, à la exterior, y siendo por encima, añadir lo interior, y exterior.

Si

Si ſucediere que el operante ſe hallaſſe en parto, que carezca de circulo graduado, ſe valdrà de eſta invencion. Tomenſe dos cuerdas iguales de à 20. pies cada una, y otra cuerda larga à diſcrecion, con tal que por toda ella eſtè marcada à pies, y el pie del un extremo dividido en 10. pulgadas, y por la ſiguiente Tabla verà los grados que correſponden à la baſa que formare el triangulo, que ſe hiziere con las dos cuerdas de à 20. pies, porque la dicha Tabla eſtà calculada de manera, que qualquier baſa aun con ſus pulgadas, le correſponden grados y minutos juſtos; como mas bien ſe entenderà tomando un angulo con las dichas cuerdas. Sea el angulo, que ſe quiere tomar G A B. *Fig.* 1. *Eſtampa* 51. pues tiendaſe de A. à X. la una cuerda de 20. pies, y de A. à Z. la otra, y midiendo con la cuerda dicha la baſa ò ſutenſa X Z. ſe hallarà de 35. pies, que en la Tabla corresponde dicha baſa à [illegible] gr. y 5. m. (que ſon 5. m. mas que los que propuſimos arriba, cuya diferencia es poca coſa) y de tantos ſe dirà, que es el angulo G A B. y aſſi de los demas; con que ſe podrà levantar un plano, con las tales cuerdas, con mas juſtificacion que aun con el circulo, que no tiene minutos; la explicacion de las Tablas eſtà al fin del ſiguiente Capitulo. Y porque al levantar un plano, puede haver en el recinto, algun lienzo

de muralla que vaya circular, darè la siguiente advertencia.

Si se hallare, un pedaço de muralla circular, como el de puntos G F, *de la 1. Fig.* se tirarà la sustensa, ò cuerda F G, que en su lugar diximos tener 510. pies y dividase en 4. partes iguales, y cada una serà de 127. pies, y ½ Esto hecho se levantarà en cada termino una perpendicular como V S. V R. V T. las quales medidas se hallarà que V S. es de 40. pies V T. de lo mesmo, y V R. de 50. los angulos A G F. G F E. que forma la sustensa con los lados colaterales, se deven medir, y yà hemos dicho los grados que tiene cada uno.

Con este aviso, y puesto todo por memoria; como se dixo arriba, tirarà el curioso la sustensa G F. *de la 2. Fig.* en la forma, que se ha hecho con los demas lados, dandole sus grados competentes en G. y en F. y à ella 510. pies de longitud, y dividida en 4. partes, se levantaràn las perpendiculares V S. V T. de 40. pies cada una, y V R. de 50. y despues tirar en redondo con puntos el arco F S. S R. R T. y T G. y quedarà formado el lienço de muralla circular F G. notando que mientras mas perpendiculares se huvieran tirado al levantar el plano, saliera el arco mas justificado.

Pro-

## PROPOSICION XXII.

### *Aumentar ò disminuir un Plano, de la parte que se quisiere.*

SI teniendo un Plano como el de *la Fig. 1.* se quisiere aumentar, ò disminuir, y sea lo ultimo, se tiraràn de todos sus angulos lineas à un punto P. tomado por centro azia su mediania (no importando qual sea) como A P. B P. &c. y suponiendo, que dicho Plano se quiere achicar, de modo que à cada uno de sus lados, quede la mitad; se dividiràn todas las lineas tiradas à P. por mitad en los puntos a. b. c. &c. tirando despues de una division à otra, las lineas c b. b a. a g. &c. y cerrada la figura interior, quedarà cada uno de sus lados de la mitad de los correspondientes de la exterior; y si se hubieran dividido las lineas tiradas al centro P. en 3. 4. ò mas partes, y à la una se tiraràn lineas para cerrar dicha figura interior, quedarian sus lados de la tercia, ò quarta parte, segun se hubiere tomado de la exterior. Si se pretendiere aumentar el Plano, como aqui se ha disminuido, se prolongaràn las lineas tiradas al centro, azia la Campaña, y divididas en las partes que se quisiere aumentar, se añadirà la tal parte, à las lineas prolongadas,

cerrando despues la figura, como se hizo antes; y si la figura tubiere Balvartes, se tiraràn tambien lineas al centro P. de los angulos flanqueados, *flanqueantes*, y de la espalda: y dividiendo cada una, en la parte que se pretende aumentar ò disminuir, se cerrarà despues *la figura*, tirando lineas de punto, à punto correspondientes. Mas si la intencion fuere aumentar ò disminuir de alguna parte, la superficie de la Plaça, y sea la de una regular cuyo Poligon sea A B. *de la Fig. 3.* cuya Plaça se quiere achichar la quinta parte de su superficie; pues dividase dicho Poligon en 5. partes iguales, y descriviendo el semicirculo A C B. se levantarà entre *la quarta y primera division*, la perpendicular D C. y tirando la linea A C. digo que esta serà el lado del Poligon, cuya Plaça tendrà la 5. parte menos de superficie, que la del Poligon A B. porque D C. es media proporcional entre A D. y D B. cuyo producto de una por otra es 4. y tanto es el quadrado de la perpendicular D C. que sumado con 16. del quadrado de A D. la summa 20. serà el quadrado de la diagonal A C. quinta parte menos, que el quadrado de A B. que es 25. *Si se deseare aumentar la 5.* parte de superficie se dividirà el Poligon C D. *de la Fig. 4.* en 5. partes iguales, y se añadirà una de *D.* à B. *y sobre* C B. se descrivirà el semicir-

cu-

culo C A B. y en el termino D. se levantarà la perpendicular D A. tirando despues C A. la qual digo que serà el lado de una Plaça que contenga la 5. parte mas de superficie, que la de C D. como se conocerà por la demostracion passada; *consta de la 31. del 6. de Euclides.*

Nota, que se han dividido los dichos Poligones en 5. partes iguales, porque se ha hablado de quinto; porque si fuera de quatro se dividieran en 4. &c. y assi mesmo, que si fuera una figura irregular, la que se quisiera aumentar ò disminuir, que se havia de hazer con cada uno de sus lados la mesma diligencia.

## *Explicacion de la Tabla.*

ESta Tabla està calculada sobre un Triangulo isosceles de 20. pies, por cada uno de los dos lados iguales que comprehenden el angulo; empezando por una sustensa de 2. pulgadas, aumentando siempre de dos, en dos, hasta 10. pulgadas, que hazen un pie, y luego de un pie, y 2. pulgadas: y assi hasta llegar à una linea recta; el uso de ella es con dos cuerdas de à 20. pies estendidas, clavando en el angulo que formaren una estaca, y otra à cada extremo, y de uno à otro una cuerda, que tenga la largueza que se quisiere, con tal que

estè dividida en pies, y el un pie de uno de sus extremos, en 10. que seràn pulgadas.

Si la sustensa no tubiere las pulgadas pares, no se hallarà en esta Tabla su Angulo, respecto que suben, como se dixo arriba, de 2. en 2. pero en tal caso, se tomarà el mayor, y menor angulo, y sumados, tomando la media Arithmetica entre ellos, se hallarà el que se busca. Como por Exemplo tiene la sustensa 24. pies y 3. pulgadas, busquese en la Tabla el valor del angulo que corresponde à la basa de 24. pies y 2. pulgadas, y el de 24. y 4. que sumados los dos que el uno es de 74. gr. y 27. m. menor que el verdadero, el otro 75. gr. 11. m. mayor que el que se pretende, que sumados y tomada la media Arithmetica, dà 74. gr. y 44. m. y assi de los demas.

Si por los grados se quisiere conocer las basas, ò sustensas, se buscarà enfrente de los grados de que se hiziere mencion, la basa que le corresponde. Y si la media Arithmetica saliere pequeña, se tomarà la media entre ella y la mayor y al contrario.

USO





# USO Y PRACTICA DE LA REGLA PROPORCIONAL,

## Que contiene todas las operaciones DEL COMPAS DE PROPORCION.

### *Descripcion de la Regla.*

LA Regla *de la Estampa 32.* tiene mostrados sus dos lados, y el primero contiene lo siguiente. Primeramente una Escala de quatro pulgadas del pie de Paris, do las quales el tiene 12. y assi las quatro seràn su tercia parte, una destas 4. està dividida en 12. partes, y imaginando que cada parte vale 10. cantidades, las 12. seràn 120. La anchura de la Escala està dividida en cinco partes, y assi en la pulgada que hemos dicho estar dividida

en 12. la primera division de la parte alta à la mano derecha, valdrà sus 10. cantidades, la segunda viniendo azia abaxo 8. la tercera 6. la quarta 4. y la ultima 2. (porque abaxo no se quenta ya nada) de manera que todas las 12. pulgadas del pie contendrân 1446. destas partes.

Despues de la Escala sigue la linea de *los* solidos que contiene 64. solidos, siendo el primero la distancia, ò intervalo que ay del primer *punto* al segundo yendo de la ysquierda à la derecha: el segundo solido es desde el dicho primer punto, al tercero, y el terçer solido hasta el quarto punto, y assi de los demas hasta los 64. que acaba la linea.

La ultima linea es dicha de los metales que contiene la grandeza de los diametros de las Esphcras, ò cuerpos iguales en peso: siendo el primero el del oro, el segundo el de plomo, el tercero el de Plata, el quarto el de cobre, el quinto el de hierro, y el sexto y ultimo el del Estaño.

Ultimamente ay una porcion de circulo de 60. gr. dividida en 6. partes, y una de ellas en 10. que cada una es un grado, y cada grado dividido por mitad.

De

## De las lineas de la parte contraria de la Regla.

LA primera linea que tiene la Regla por el otro lado, es la de los planos, hasta el numero de 64, que se han de entender en la mesma forma que se declarò en la de los solidos, como del primer punto al segundo, que es el primer plano, &c.

La segunda linea es de los Poligonos que dividen el circulo en 3. 4. 5. hasta 20. lados, y assi tomando desde el primer punto, hasta el marcado 6. y descriviendo un circulo con este intervalo, se verà en quantas partes se quiere dividir, y sea en 3. pues tomese toda la linea entera que acaba con el numero 3. y con esta abertura se dividirà el circulo en tres partes iguales: si ha de ser en quatro tomese el penultimo punto marcado 4. si en cinco hasta el punto marcado 5. y assi hasta el punto inmediato al principio de la linea que es el lado de 20.

La tercera linea es de Poligonos, ò figuras iguales en superficie, como si del principio de la linea hasta D. se tomasse por diametro de un circulo, esto seria igual en superficie à un triangulo equilatero hecho sobre toda la linea ente-

tera que acaba con 3. ò à un quadrado hecho sobre la linea, ò distancia que ay del principio de la linea, hasta el numero 4. ò à un Pentagono tomando por lado hasta el numero 5. y de los demas hasta el lado de 12.

La quarta linea es de los cuerpos regulares inscritos en la Esphera, cuyo diametro es toda la linea hasta là S. que dize Espera; hasta la T. es el lado del Tetaedro, hasta là O. del Octaedro, hasta là C. del cubo, hasta là I. del Icosaedro y hasta là D. del Dodecaedro, que son los lados de los cinco cuerpos regulares, que se pueden inscrivir en la Esphera que tubiere toda la linea por diametro, como està dicho.

La quinta y ultima linea es de los lados de cuerpos iguales, y assi la toda que acaba con la T. es el lado del Tetaedro; hasta la O. del Octaedro; hasta là S. el diametro de la Esphera, hasta là C. el lado del cubo, ò Exaedro; hasta la I. del Icosaedro, y hasta là D. del Dodecaedro, que son los lados de los cinco cuerpos regulares iguales en solido entre si, y cada uno à la Esphera que tiene el dicho diametro terminado en la S.

Despues de las lineas, sigue una Escala decimal, cuya larguezа es de tres pulgadas del pie del Rhin, que servirà aqui de lo que la linea de partes iguales en el Compas de proporcion; y con esto passarè à dàr noticia

de

de las operaciones que por las lineas declaradas en la Regla, se pueden hazer, que son las mesmas que con el Compas de proporcion, cuyo uso es prolixo por haverle de andar cerrando y abriendo, y con dificultad se ajusta una abertura, y mas si el centro donde tiene el movimiento està algo usado (lo que à poco tiempo sucede) que en tal caso, no se harà operacion justa, lo que no acontece en la Regla, donde no ay que hazer otra cosa, que abrir el Compas de un punto à otro sobre una linea recta, como se verà por la doctrina siguiente, y con cuydado se ha hecho la regla tan pequeña que sea capaz de traerla en un estuche.

## PROPOSICION PRYMERA.

### *Dividir una linea en las partes iguales que se quisiere.*

SUpongase que la escala decimal vale 100. cantidades y con esta noticia, digo que sea dada à dividir la linea A B. (*de la primera Figura Estampa 32.*) en cinco partes iguales, tomese en dicha escala qualquier numero que se pueda dividir justamente por cinco, y sea el 50. marquese esta abertura sobre qual-

qualquier linea recta, como C D. y del extremo C. como centro describase el Arco DE. à discrecion; luego se tomarà en la regla el quinto de 50. que es 10. y con este intervalo, ò abertura se terminarà el Arco D E. dese la linea C E. interminada, y se tendrà el angulo D C E. hecho esto se tomarà la abertura de la dada A B. y con ella del centro C. se describirà el Arco F G. digo que la sustensa F G. dividirà la C F. ò su igual A B. en 5. partes iguales: porque como la cuerda, ò sustensa D E. es à la quinta parte de C D. assi la sustensa G F. serà à la quinta parte de C F. *proposicion quarta del 6. de Euclides.*

Nota que si la linea *A B.* se quisiera dividir en 4. partes, se tomaria en la regla un numero que se pudiera dividir por 4. en lugar del 50. que se puede dividir por 5. y assi se tomaria 16. 32. &c. y dado que fuessen 32. los de la linea C D. se tomarian 8. para terminar el Arco D E. y queriendo dividir la *A B.* en 6. se tomarà para la C D. un numero que se pueda dividir por 6. como por Exemplo el 60. y en tal caso la sustensa D E. seria de 10. y assi queriendola dividir en otras partes. En lo demas se seguirà siempre la mesma regla.

PROPOSICION II.

*Formar un Angulo de los grados que se pidiere.*

PAra formar qualquier Angulo de grados competentes, se tirarà una linea à discrecion, como A B. *Fig.* 2. y tomando toda la abertura, ò sustensa de la porcion de circulo de 60. gr. que està en la regla, se harà con ella desde A. como centro el Arco B C. à discrecion, aora se verà de quantos grados se quiere el angulo, y sea de 40. pues tomense otros tantos del Arco de la regla, y marquese està distancia de B. à D. tirese la linea A D. digo que el angulo B A D. es de 40. grados.

PROPOSICION III.

*Conocer de quantos grados es qualquier Angulo dado.*

SEà dado el Angulo B A C. *de dicha Fig.* tomese, como dicho es, la abertura de la porcion de circulo de la escala, y con ella del centro A. descrivase el Arco B C. y notando

do quantos grados de la porcion de circulo de la escala comprende el Arco B C. se hallarà que son 70. que es una vez los 60. y 10. mas, lo mesmo se entendrà de otro mayor ò menor.

Entendida esta doctrina se podrà dividir un angulo en las partes iguales que se quisiere, como sean partes pares, ò impares justas, en las que se quiere dividir el angulo, como por exemplo, que el angulo fuera de 50. gr. y se quisiera dividir en 5. digo que esto fuera facil respecto tocar 10. à cada division, mas si se quisiere dividir en 7. no seria dable, y assi de otros semejantes.

## PROPOSICION IV.

*Aumentar, ò disminuir la superficie de qualquier figura en la proporcion que se quisiere, quedando semejante.*

SEa dado el triangulo A B C. *Figura 1. Estampa* 33. el qual se quiere aumentar de superficie en quadrupla proporcion, pues sobre una linea recta como D F. se harà desde D. como *centro el Arco* E G. con un plano que sea la quarta parte justa de otro, y sea con 8. que lo es de 32. y ya dixè en la explicacion de las lineas como se hà de entender là de los planos,

ul. del P. de

5

40

50

310

210 9 81

7 6

P

R

a

1.

R.

nos, que es tomar del principio de ella, al segundo punto por un plano, y hasta el tercero, por el de dos, &c.

Terminese el Arco E G. con el mayor lado del triangulo A C. y el Arco E L. con el lado B C. y E M. con el otro lado A B. (y si la figura tubiera mas lados se marcarian todos sobre el dicho Arco E G.) tirense interminadas las lineas D G. D L. y D M. y tomando despues en la linea de los Planos, el Plano 32. que es el quadruplo de 8. que se tomò primero, se harà con el desde D. el Arco F N. que cortarà todas las lineas, digo que si de las tres sustensas F N. F P. y F q. se haze un triangulo, que este serà quadruplo en superficie que el dado A B C.

Nota que ya hè advertido, que si hubiera mas lados, se havian de marcar todos sobre el Arco E G. que otros tantos salieran en el Arco F N.

Nota mas que queriendo disminuir la superficie, como por exemplo en quadrupla proporcion, se hà de tomar primero un Plano que tenga quarta parte, como digamos el 32. y con el hazer el Arco E G., y marcados en el, los lados de la figura, y tiradas las lineas, se tomarà despues el Plano 8. para hazer el segundo Arco, y este cortarà los lados que se buscan, y assi mesmo que si la figura fuere un Cir-

Circulo, se terminaria el Arco con su diametro. &c.

Por la linea de los Planos y escala decimal pudiera dar regla para sacar la raiz quadrada: pero lo hè escusado, porque à demas de ser algo confuso, es mas prompto por la Arithmetica.

## PROPOSICION V.

*Dividir un Circulo en las partes iguales que se quisiere.*

Està dado el Circulo AB. *Figura 2.* el qual se quiere dividir en cinco partes iguales; para lo qual se tirarà una recta CD. interminada, y tomando en la linea de los Poligones en Circulo, el semidiametro, que es hasta el numero 6. se harà con esta abertura desde C el Arco DE. interminado, y tomando en dicha linea, el lado del Pentagono, que es hasta el numero 5. se terminarà con el, el Arco DE. y se tirarà la linea CE. à discrecion: despues con el semidiametro del Circulo dado AB. se harà desde C. el Arco GH. digo que la sustensa GH. dividirà el Circulo dado, en cinco partes iguales.

Nota que si se hubiera de dividir en quatro par-

partes, que se terminaria el Arco DE. con el lado de 4. de la regla, y si en 7. con el lado de 7. &c.

Nota mas que si dado el lado de una figura regular, se pretende hallar el diametro del circulo que la comprende, se harà la regla al contrario, como es, hazer el Arco DE. con la abertura del lado de la regla: como si fuesse dado el lado de un Pentagono, que se tomaria en la regla el lado desta figura, y con el desde C. se hiziera el Arco DE. que se terminaria con el semidiametro de la regla, y luego con el lado dado, se haria el Arco HG. que su sustensa seria el semidiametro del circulo que se busca. Y si en lugar del diametro, se quisiese el lado de un quadrado, ò Exagono, &c. se haria con uno de estos lados, lo que con el diametro, y lo que saliera, fuera el lado que se busca.

## PROPOSICION VI.

*Dado un circulo, hallar el lado de qualquier figura regular, que le sea igual en superficie.*

SI fuesse dado el circulo C D. *Fig.* 3. y se pidiere el lado de un quadrado que le sea igual en superficie, se harà assi: tomese en la

linea de Poligones iguales en superficie, la abertura del diametro, y con ella sobre una linea recta como A B. se harà desde A. el Arco B E. à discrecion, que se terminarà con la abertura del lado del quadrado de dicha linea de Poligones iguales en superficie, que serà de B. hasta E. y tirando la linea A E. se harà con el diametro dado C D. desde el centro A. el Arco F G. digo que la subtensa F G. es el lado de un quadrado que serà igual en superficie al circulo dado C D.

Nota que si dado el lado de una figura, se pidiere el circulo, que se hà de obrar al contrario, como es hazer con el lado, lo que aqui se hà hecho con el diametro, y despues con este lo que se hà hecho con el lado, que al fin vendrà el diametro pretendido, ò si en lugar de buscar el diametro, se pretendiere el lado de otra figura, se obrarà con el, como se ha dicho del diametro, y vendrà el lado que se busca.

## PROPOSICION VII.

*Dada una Esphera, descubrir el lado de uno de los cinco Cuerpos Regulares, que en ella se pueden inscrivir.*

SEa dada la Esphera A B. *Fig. 4.* y se pide el lado del cubo que en ella se puede inscri-

scrivir; tomese en la linea de cuerpos inscritos, el diametro de la Esphera (que es la toda) y con esta abertura sobre la recta C D. se harà desde C. el Arco D E. à discrecion, y pongase de D. à E. el lado del cubo que està en la dicha linea de cuerpos inscritos, y haviendo tirado la C E. se harà desde C. con la abertura del diametro A B. el Arco H Y. digo que su sustensa H Y. serà el lado del cubo que se pretende.

Nota que si dado un lado de algun cuerpo regular de los cinco, se pidiere el diametro de su Esphera, se hà de obrar al contrario (como ya he dicho en otros lugares) tomando el lado para hazer lo que se hizo con el diametro, y este para hazer con el lo que con el lado, y al fin se hallarà el diametro, y si por un lado se busca otro, se harà como se advirtiò en la antecedente.

## PROPOSICION VIII.

*Dada una Esphera, hallar el lado de uno de los cinco cuerpos Regulares, que le sea igual en solido.*

SEa dada la Esphera A B. *Fig. 1. Estampa 34.* y demos que se quiere saber el lado del Tetaedro que le es igual en solido, tirese la

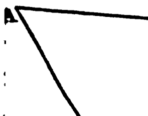
C D. interminada, y tomese en la linea de cuerpos iguales, el diametro, y con el y centro C. se harà el Arco D G. à discrecion, que se terminarà con el lado del Tetaedro de la mesma linea: dèse la linea C G. y con la abertura del diametro A B. y centro C. se harà el Arco F E. digo que la sustensa F E. es el lado del Tetaedro igual en solido, à la Esphera dada A B.

Nota que si dado el lado de un cuerpo, se quisiere el de otro, ò el diametro de la Esphera que le sea igual en solido, se obrarà como en las passadas.

*De la Cantidad que tienen los lados de los cinco Cuerpos regulares inscritos en la Esphera, respecto su diametro; y de lo que tienen los lados, y diametros de la Esphera, quando todos son iguales en solido.*

PAra mas inteligencia de los praticos, quise poner aqui esta noticia, y assi digo que siendo el diametro de la Esphera de 3000. cantidades, tendràn los lados de los cuerpos inscritos, lo siguiente.

| | |
|---|---|
| Lado del Tetaedro | 2449. |
| Lado del Octaedro | 2121. |




del centro C. descrivase el Arco F Y. digo que

 la

del Octaedro 2126 Lado

| | |
|---|---|
| Lado del Cubo ò Exaedro | 1732. |
| Lado del Icosaedro | 1577. |
| Y el lado del Dodecaedro | 1070. |

Quando los cuerpos, y Espheras fueren iguales en solido, siendo el diametro de la Esphera 18346.

| | |
|---|---|
| Serà el lado del Tetaedro | 30000. |
| El del Octaedro | 18897. |
| El del Exaedro | 14709. |
| El del Icosaedro | 11157. |
| Y el del Dodecaedro | 7338. |

## PROPOSICION IX.

*Aumentar, ò disminuir el solido de un Cuerpo, en la proporcion que se quisiere, quedando semejante.*

SEa propuesta la Esphera A B. *Fig. 2.* que sea una bala de hierro de una libra de peso, y se quiere otra de tres libras: para executar esto se tomarà en la linea de los solidos, el primero ( por ser de una libra la Esphera dada ) y con el sobre la C D. y centro C. se harà el Arco D G. à discrecion, que se terminarà con el diametro dado A B. dese la linea C G. y con el tercer solido de la linea de los solidos, del centro C. describase el Arco F Y. digo que

la sustensa F Y, es el diametro de una bala que contendrà triplo peso, que la dada A B.

Nota que si se pretendiere disminuir el peso, como por exemplo en tripla proporcion, que se hà de tomar el tercer solido, para hazer el Arco D G, y el primero para hazer el Arco F Y. (*que en tal caso vendria inferior*) y *assi* mesmo que si fuesse un cuerpo regular, se obrarà con su lado, como se hà hecho con el diametro dado A B. Mas si el cuerpo no fuere regular, se hà de hazer una operacion con cada uno de los lados desiguales, *semejantes*, ò marcarlos sobre el primer Arco, para que salga otro en proporcion. Y que como aqui se tomò el tercer solido, porque se hablò de tripla, se tomarà el segundo quando fuere dupla, y el quarto quando fuere quadrupla proporcion, y assi de los demas, &c.

Por la linea de los solidos se puede sacar la Raiz cubica, y buscar medias proporcionales, pero como otra vez los enseñè en la Geometria, y assi lo omito aquì.

*Tabla de la proporcion que tienen los Cuerpos de diferentes Metales, quando son iguales en grandeza, ò de igual diametro.*

PAra la inteligencia, y operaciones que por la linea que està en la regla dicha *Metales*, se

se pueden hazer, es necessario declarar aqui la proporcion que tienen los cuerpos de diferentes Metales en sus pesos, quando todos son iguales en grandeza, ò diametros, y la que tienen sus diametros quando los cuerpos son iguales en el peso; y suponiendo que una Esphera, ò bola de oro pesa 100. partes, una de Mercurio ò Azogue de la mesma grandeza pesarà $71\frac{1}{2}$ y la de Plomo $60\frac{1}{2}$ y assi de las demas como parece en esta Tabla.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oro | 100. | Yman | 26. |
| Mercurio | $71\frac{1}{2}$ | Marmol | 21. |
| Plomo | $60\frac{1}{2}$ | Piedra | 14. |
| Plata | $54\frac{1}{2}$ | Cristal | $11\frac{1}{5}$ |
| Cobre | $47\frac{1}{3}$ | Agua | $5\frac{1}{3}$ |
| Laton | 45. | Vino | $5\frac{1}{4}$ |
| Hierro | 42. | Cera | 5. |
| Estaño | 39. | Azeyte | $4\frac{1}{2}$ |

Notese que como los Metales de una mesma especie son mas, ò menos acendrados, puede haver alguna diferencia en la proporcion, y assi se hà de entender que la que se dà aqui de unos à otros, es de metales comunes.

## Tabla de la proporcion que tienen los diametros unos con otros, quando sus cuerpos son iguales en peso.

DIximos en la explicacion de la regla como ay en ella una Escala, cuya largueza es de quatro pulgadas del pie de Paris, y en dicho lugar se declarò en la forma que està dividida, y assi dirè con esta noticia, como suponiendo que el diametro de qualquier Metal, sea de una libra de à 16. onzas; contendrà el de una Esphera de oro, una pulgada de las dichas 4. del pie de Paris, y mas 42. partes y $\frac{2}{5}$ de otra de las 120. en que està dividida una pulgada, y el diametro de la Esphera de Mercurio contiene una pulgada y 62. partes de otra, y el de la Esphera de plomo una pulgada y $72\frac{1}{2}$ partes de otra, y assi de los demas, como parece en la siguiente Tabla.

| | pulg. | part. | | pulg. | part. |
|---|---|---|---|---|---|
| Oro | 1. | $42\frac{2}{5}$. | Yman | 2. | 14. |
| Mercurio | 1. | 62. | Marmol | 2. | 33. |
| Plomo | 1. | $72\frac{1}{2}$. | Piedra | 2. | 75. |
| Plata | 1. | 79. | Cristal | 2. | 87. |
| Cobre | 1. | 88. | Agua | 3. | $71\frac{1}{2}$ |
| Laton | 1. | 91. | Vino | 3. | 75. |
| Hierro | 1. | 96. | Cera | 3. | 79. |
| Estaño | 2. | 30. | Azeyte. | 3. | 86. |

Da-

## PROPOSICION X.

*Dado el diametro de una Esphera de qualquier Metal, hallar el diametro de una Esphera de otro, que la sea igual en peso.*

SEa dado el diametro A B. *Fig.* 3. el qual suponiendo que es de una Esphera de oro que pese una libra, vendrà à tener una pulgada y 42. partes de otra y ⅔ de las 4. pulgadas mencionadas del pie de Paris. Esto entendido supondremos que se quiere hallar una Esphera de Plata del mesmo peso, pues tomese en la linea dicha *Metales*, el del oro, y con esta abertura sobre la recta P Q. se descrivirà desde P. el Arco QR. à discrecion, que se terminarà con el diametro dado A B. y tirando despues la P R. se harà desde P. con la abertura del Metal de la Plata el Arco S T. digo que su sustensa es el diametro de una Esphera de una libra de Plata, el qual se hallarà tener una pulgada y 79. partes de otra. Si la intencion fuere saber el diametro de hierro, se tomarà en la linea de los Metales, el de hierro, y con el desde P. se harà un Arco cuya sustensa serà el diametro que se busca, que se hallarà de una pulgada y 96. partes de otra, y assi de los demas.

ad-

advirtiendo que como se empeçò con el oro, se puede empeçar con otro Metal.

Nota que si de un Metal se quisiere aumentar, ò disminuir el solido, ò peso, se harà como se hizo en la linea de los solidos.

## PROPOSICION XI.

*Dados dos, tres, ò mas solidos ò cuerpos semejantes, y de un Metal, siendo conocido el solido de uno, saber el solido de los demas.*

Sean dadas las dos Espheras A B. y C D. Fig. 4. y que A B. sea una bala de una libra de hierro: para saber el solido de C D. se harà assi.

Sobre la recta E F. con la abertura A B. se harà el Arco F G. à discrecion, que se terminarà con un solido de la linea de los solidos (por ser conocida la Esphera A B. de una) que à ser de 21 ó &c. se terminaria con otros tantos solidos: y tirando la linea E G. se harà con el diametro C D. desde E. el Arco H I. digo que si fuesse puesta sobre la linea de los solidos, dirà los que vale la Esphera C D. que aqui se hallarà de 3. y tantas libras pesarà la dicha bala C D. y si huviera mas cuerpos, se

fuera

fuera con sus diametros haziendo Arcos, y sus sustensas mostrarian en la linea de los solidos, su valor.

Nota que siendo cuerpos de otra echura, que se hà de obrar con cada lado desigual de por si, en la forma que se hà hecho con los diametros, bien entendido lados semejantes.

## PROPOSICION XII.

*Dados algunos cuerpos, cuyas solidos sean conocidos, hallar un cuerpo que les sea igual en solido.*

SEan dadas las dos Espheras A B, y C D. *Fig. 1. Estampa 35.* que la A B. sea de un solido, ò de una libra de hierro, y C D. de 3. Para hazer de ellas un cuerpo, se tomarà en la linea de los solidos el primero (por ser la primera Esphera A B. de uno, que à ser demas, se tomaràn otros tantos) y con el sobre E F. y centro F. se harà el Arco E G. que se terminarà con el primero diametro A B. y tirada la linea F G. se sumaràn los solidos dados, que aqui haràn 4. pues tomese el quarto solido, y con el desde F. se harà el Arco H I. digo que su sustensa serà el diametro de una Esphera que contendrà los quatro solidos de las propuestas.

Nota

Nota que si hubiera mas cuerpos, se sumaràn tambien, y se tomarà tanto numero de solidos para hazer el Arco H I. quanto fuera la suma, y assi mesmo que si fueren cuerpos de otra echura, se obrarà con cada lado semejante, como aqui con los diametros, y se hà dicho otras vezes.

## PROPOSICION XVII.

*Dado un Cuerpo, cuyo solido sea conocido, dividirle en dos, tres, ò mas partes semejantes.*

SI fuesse dada la Esphera B C. *Fig. 2.* conocida de tres solidos, y se pidiere que se divida en dos, que la una contenga un solido, y la otra dos, se harà assi.

Porque la Esphera dada contiene tres solidos, se tomaràn tantos de la linea de los solidos, y con su abertura sobre la linea A D. y centro A. se harà el Arco D E. que se terminarà con el diametro dado B C. y se tirarà la linea A E. Aora porque la una Esphera hà de tener un solido, se tomarà uno en la linea de los solidos, y con el desde A se harà el Arco R S. y con dos solidos (porque la otra hà de tener dos) el Arco T V. digo que su sustensa, serà el diametro de la Esphera de dos solidos,

y

y la sustensa R S. el diametro de la de uno. Y haviendo de dividirse el cuerpo propuesto en mas partes, se hizieran Arcos con la abertura de los solidos que hubiera de tener cada uno, y sus sustensas, serian los diametros de cada parte.

## PROPOSICION XIV.

*Dados dos cuerpos cuyos solidos sean conocidos, hazer otro cuyo solido sea igual à la diferencia de los dados.*

SEan propuestas las dos Espheras A B. de tres solidos, y C D. de uno *Fig. 3.* cuya diferencia es dos: pidese el diametro de otra Esphera que contenga dos de solido; para esto se tomaràn tres solidos en la linea de los solidos (por contener tanto A B.) y con esta abertura, sobre la linea E F. y centro E. se harà el Arco F G. que se terminarà con el diametro A B. y tirando la linea E G. se tomaràn en la linea de los solidos, dos (por ser tanto la diferencia de las Espheras dadas) y con esta abertura, del centro E. se harà el Arco H I. digo, que su sustensa serà el diametro de una Esphera que tendrà dos de solido: igual à la diferencia, como se hà pedido. Y con esto darè

darè fin à las operaciones que por la regla se pueden hazer, por ser infinitas, pareciendome que pues todo se executa por la construcion de un angulo, cortando sus lineas proporcionalmente, que con las advertencias que hemos dado, podrà el que fuere curioso, executar lo que quisiere, porque si bien lo hanotado todo viene hà ser una regla de tres; pero por dar noticia de alguna propriedad que guardan los cuerpos en su proporcion de peso, y grandeza, añadirè aqui lo que enseña un Autor, cuyo es mucho de lo que aqui va sobre esta particularidad, que es cosa arto curiosa.

## PROPOSICION XV.

*Dados dos Cuerpos de diversas materias, pero iguales en grandeza y la diferencia de su peso, hallar el que tiene cada uno.*

SEan dadas dos Espheras, una de Plata y otra de oro, cuya diferencia de sus pesos sea 20. Para saber el peso de cada una, se yrà à la Tabla donde està el peso de los cuerpos, y siendo el del oro 100. y el de la Plata 54½ serà su diferencia 45½ Sabido esto se dirà como 45½ es à la diferencia 20. assi 100. del peso del oro de la Tabla, serà al peso de la Esphera de oro, y hecha la regla; vendràn 43 $\frac{?}{91}$ ... peso



peso de dicha esphera, de quien quitados los 20. quedan $23\frac{17}{51}$ por el peso de la Plata, que tambien se hallarà por la regla de tres. Lo mesmo se harà para otros qualesquiera cuerpos.

## PROPOSICION XVI.

*Dado el peso de Metal de qualquiera Esphera, saber su diametro.*

SEa dado el peso de una Esphera de laton de 45. cantidades (que es lo que tiene en la Tabla) pues tomese en dicha Tabla el peso de otro qualquier Metal, y sea el de hyerro que es 42. y digase: como 45. peso de laton es à 42. peso del hyerro, assi el cubo del diametro de una libra de hyerro, que en las 4. pulgadas del pie de Paris hemos dicho ser de una pulgada y 96. partes de otra, è 216. partes (que es 10077696.) sera al cubo del diametro de laton que es $9405849\frac{3}{5}$ cuya raiz cubica que es 211. con poca diferencia, es el diametro de la Esphera de laton, que haze una pulgada, y 91. partes de otra, como se hallarà en la Escala, y en la tabla de los diametros.

Nota que esto se puede hazer sin operacion de numeros, valiendose de las reglas passadas, como si por Exemplo fuesse dada una Esphera de cobre que pesasse 20. libras, y se quisiere saber

X ber

ber su diametro; harase con un solido (de la linea de los solidos) un Arco, que se terminarà con el diametro de una libra de cobre; que en la tabla tiene una pulgada y se tenta y dos partes y media de otra: y cerrado el angulo, se harà con 10. solidos (por ser tanto el peso de la Esphera dada) otro Arco; cuya sustensa se hallarà en la Escala de las 4. pulgadas del pie de Paris, de tres pulgadas y 50. partes de otra, y tanto serà el diametro de la dicha Esphera de 10. libras de cobre.

Si dado el diametro se quisiere saber el peso, se obrarà la regla al contrario.

## PROPOSICION XVII.

*Dada la grandeza y peso de una Esphera mezclada de dos Metales, saber la Cantidad que tiene de cada uno.*

Sea el peso de la Esphera dada 139. marcos (que cada uno es media libra) tomese una Esphera de plata igual en grandeza à la propuesta, lo que se harà tomando el diametro desta, y viendo las partes que le pertenecen en la Escala; y conocido se sabrà su peso diciendo si el cubo del diametro nuevo, dà el cubo del diametro de plata que està en la tabla de una libra, (que es una pulgada y 79. partes, el

el peſo de la Plata de la meſma regla que es 54½ que peſo darà? y hecha la regla demos que dio 87. marcos, y tanto ſerà la diferencia del peſo de la Plata de la Eſphera mezclada, cuya diferencia à 139. que es 52. es el peſo de la diferencia del oro, de manera que los dos cuerpos que ſe han hallado el de Plata 87. y el de oro 52. ſon iguales en grandeza, y ſiendo ſus diferencias conocidas ſe dirà: como 45.½ diferencia del peſo del oro 100. à el de la Plata 54½ que eſtàn en la tabla, dan la diferencia 52. el peſo del oro 100. de la tabla quanto darà? y executada la regla vendràn 114 $\frac{26}{91}$ marcos por el peſo del oro que tiene la Eſphera propueſta, y la reſta à 139. que peſa toda, ſerà el peſo que tiene de Plata que es 24 $\frac{65}{91}$. Nota que ſe han tomado los metales de plata y oro, porque ſupongo ſer de ellos la Eſphera mezclada; que à ſer de otros, ſe tomaràn ſus generos. Con eſta noticia digo, que el que fuere curioſo y eſpeculativo, podrà valiendoſe de lo que en eſte ultimo Tratado ſe ha diſcurrido, hazer, y formar varias propoſiciones.

Creo haver dado en eſte Volumen, ſatisfacion de lo que prometi al principio, y aun guſto à los aplicados de mi Nacion, à lo importante de eſte Arte; y ſi no ha ſido con la claridad de mi buen deſeo, agradezcaſeme el grande que de hazerlo he tenido; pues todo

lo he hecho, y executado despues de haver perdido la vista, por mostrar el buen zelo que siempre he tenido, y tengo de servir à todos, paraque con mayor acierto nos empleemos en el servicio de nuestro Gran Monarca, y en el de el Todo Poderoso, que sa bendito y alabado por los siglos de los siglos, *Amen.*

**F I N.**



TA-

# TABLA.

## DE LO CONTENIDO EN ESTA SEGUNDA PARTE.

Da-

FIN.

